

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
«Машиновикористання в землеробстві»
проф. _____ В.Т. Надикто
“ ____ ” _____ 2019 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти Магістр

на тему: «**ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІНИХ
ПОКАЗНИКІВ ОРНОГО АГРЕГАТУ**»

43МЗД.136.000000ПЗ

Виконав: студент 2 курсу 22 МБАІ групи
Спеціальності 208 Агроінженерія
Освітня програма Агроінженерія

_____ М.А. Тиховод
Керівник проф. _____ В.Т. Надикто
Консультант проф. _____ Ю.П. Рогач
Нормоконтроль доц. _____ В.Б. Мітков
Рецензент _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Мелітополь
2019**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет МТ Кафедра «Машиновикористання в землеробстві»

Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 208 Агроінженерія
Освітня програма Агроінженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МВЗ
проф. _____ В.Т. Надикто
“ ____ ” _____ 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Тиховоду Миколі Анатолійовичу

- 1 Тема проекту: «Підвищення техніко-експлуатаційних показників орного агрегату»
керівник проекту проф. Надикто В.Т.,
затверджена наказом ректора університету від “30” жовтня 2018 р. № 1721-С.
- 2 Строк подання студентом проекту (роботи) 15.02.2019
- 3 Вихідні дані до проекту(роботи) Закони України, Накази Верховної Ради, Накази президента України щодо сільського господарства. Інтернет ресурси, наукові проспекти, науково-публіцистичні журнали тощо.
- 4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
 1. Аналіз стану обробітку ґрунту у господарстві
 2. Техніко-технологічне удосконалення орного МТА
 3. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
 4. Техніко-економічна ефективність розробки
- 5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 1. Схема приєднання плуга з правостороннім зміщенням
 2. Матеріально-технічне забезпечення господарства для здійснення основного обробітку ґрунту
 3. Мета дослідження та наукова гіпотеза

4. Задачі дослідження
5. Обґрунтування схеми машинно-тракторного агрегату
6. Методика експериментального дослідження орного МТА
7. Результати експериментальних досліджень
8. Показники економічної ефективності

6 Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Рогач Ю.П., професор	05.11.2018	05.11.2018

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз стану обробітку ґрунту у господарстві	16.12.18	
2	Техніко-технологічне удосконалення орного МТА	22.01.19	
3	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	30.01.19	
4	Техніко-економічна ефективність розробки	07.02.19	

Студент _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ аркуша	Примітка
	A4	43МЗД.136.000000ПЗ	Пояснювальна			
			записка	78		
	A1	43МЗД.136.101000	Схема приєднання плуга	1	1	
			з правостороннім зміщенням			
	A4	43МЗД.136.201000	Матеріально-технічне забезпечення господарства для здійснення основного обробітку ґрунту	7	1	
	A4	43МЗД.136.202000	Мета дослідження та наукова гіпотеза	7	2	
	A4	43МЗД.136.203000	Задачі дослідження	7	3	
	A4	43МЗД.136.204000	Обґрунтування схеми машинно-тракторного агрегату	7	4	
	A4	43МЗД.136.205000	Методика експериментального дослідження орного МТА	7	5	
	A4	43МЗД.136.206000	Результати експериментальних досліджень	7	6	
	A4	43МЗД.136.207000	Показники економічної ефективності	7	7	
			43МЗД.136.000000ВДР			
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.		Тиховод М.А.		18.02.19		
Перев.		Мітков В.Б.		18.02.19		
Н. контр.		Мітков В.Б.		18.02.19		
Затв.		Надикто В.Т.		19.02.19		
					Літ.	Аркуш
Дипломна робота					ТДАТУ, 2019	

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить: 78 сторінок, 6 таблиць, 26 рисунків, список використаних джерел з 69 найменувань, 4 додатків.

Актуальність теми роботи полягає в тому, що однією із найважливіших і найскладніших проблем при роботі орного агрегату є велика витрата паливно-мастильних матеріалів та високий тяговий опір, які, на жаль, на сьогоднішній день дуже важко змінити у напрямку зменшення.

Предметом дослідження є: вплив використання композитних матеріалів на коефіцієнт тертя з ґрунтом, як метод, спрямований на покращення роботи МТА.

Об'єктом дослідження є: орний агрегат з текроновими елементами плуга.

Мета роботи: визначення дійсної величини тягового опору орного агрегату, обладнаного комплектом композитних полиць і польових дощок з низьким коефіцієнтом тертя.

Лабораторно-польові випробування здійснювали із застосуванням методики, викладеної у розроблених Таврійським ДАТУ і схвалених науково-технічною радою Національного наукового центру «Інституту механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України «Рекомендацій з експлуатаційно-технологічної оцінки сільськогосподарської техніки».

В результаті проведених досліджень:

- здійснено визначення основних техніко-експлуатаційних показників роботи тензометричного плуга ПЛН-5-35 у агрегаті з трактором тягового класу 3,0 (ХТЗ-170) на обробітку поля.
- можна стверджувати, що модернізований плуг доцільно використовувати в діяльності підприємства ТОВ «Агро-Давидівка» та інших господарствах.

На основі проведених досліджень надрукована стаття в українському журналі The Ukrainian Farmer, вип. №1 (109), січень 2019 року [50].

ОРНИЙ АГРЕГАТ, ТЕНЗОМЕТРИЧНИЙ ПЛУГ, КОМПОЗИТНІ МАТЕРІАЛИ, КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ, ТЕКРОНЕ, ЗНИЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ У ГОСПОДАРСТВІ	7
1.1. Матеріально технічна база для проведення основного обробітку ґрунту.....	7
1.2. Техніко-економічна ефективність агрегатів для основного обробітку ґрунту.....	20
1.3. Висновки по розділу і постановка задач проектування.....	21
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРНОГО МТА	24
2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми машинно-тракторного агрегату для оранки.....	24
2.2. Аналіз шляхів зменшення тягового опору плуга	30
2.3. Методика експериментального дослідження орного МТА.....	39
2.4. Результати дослідження і їх аналіз	46
2.5. Висновки по розділу	49
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ОРАНКИ ҐРУНТУ	52
3.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	52
3.2. Організація охорони праці на підприємстві.....	52
3.3. Інженерне рішення щодо забезпечення необхідних умов праці.....	54
3.4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	56
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ	59
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТКИ.....	72

ВСТУП

Машинно-тракторний парк сільськогосподарського підприємства є однією з найбільш важливих складових його матеріально-технічної бази, тому його використання потрібно вдосконалювати. Одним із методів удосконалення є модернізація сільськогосподарського знаряддя, наприклад, зміна конструкції або винайдення інших матеріалів, які б краще підходили для певних умов роботи і кліматичної зони.

Нині існує багато способів основного обробітку ґрунту, але одним із найбільш застосовуваних залишається полицевий, який прийнято називати оранкою. На практиці, як відомо, вона здійснюється плугами. За часів промислової революції з'явилися металеві плуги, які мали багато переваг перед тими, що виготовлялися з дерева – вони були міцнішими. Не дивлячись на досить широку номенклатуру їх марок, принципових змін конструкції даних ґрунтообробних знарядь дуже мало. А із тих, що відбулися, більшість спрямована на зменшення тягового опору плугів, оскільки оранка і нині залишається найбільш енергоємною технологічною операцією обробітку ґрунту.

Але, незважаючи на існуючі покращення конструкції орних агрегатів, в них є істотний недолік – високий коефіцієнт тертя ґрунту по сталі. Тому під час роботи знаряддя відбувається небажане явище – налипання вологого ґрунту на полиці плуга. Це обумовлює додатковий опір і погіршує якість виконання оранки. У підсумку підвищуються витрати пального, збільшується час на технологічне обслуговування орного машинно-тракторного агрегату (МТА) на гоні через додаткове очищення знаряддя майже після кожного проходу.

Об'єктом роботи виступає дослідження процесів тертя декількох матеріалів (сталь – ґрунт та текрон – ґрунт). Мета роботи – з'ясувати, чи можна поліпшити роботу орного агрегату заміною сталевих полиць і польових дощок текроновими. Для досягнення зазначеної мети був використаний розроблений у Таврійському ДАТУ на базі серійного знаряддя ПЛН-5-35 тензометричний плуг.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ У ГОСПОДАРСТВІ

1.1. Матеріально-технічна база для проведення основного обробітку ґрунту

Створення всебічно розвинутого високопродуктивного сільського господарства вимагає відповідного рівня розвитку матеріально-технічної бази аграрних підприємств. Матеріально-технічна база є найважливішою складовою частиною продуктивних сил і має багатогранне значення в розвитку аграрного виробництва.

Матеріально-технічна база аграрного підприємства [22] – це сукупність засобів і предметів праці, які використовуються в сільськогосподарському виробництві. Вона включає речові елементи продуктивних сил галузі і створює відповідні матеріальні умови виробництва сільськогосподарської продукції. На сучасному етапі матеріально-технічна база сільського господарства представлена великим машинним виробництвом, яке базується на широкому використанні досягнень науково-технічного прогресу. Важливе значення має ефективне використання виробничого потенціалу, створеного за багато років у сільськогосподарських підприємствах.

У складі матеріально-технічної бази аграрних підприємств першорядну роль відіграють засоби виробництва. До них належать:

- земля як головний засіб сільськогосподарського виробництва;
- трактори, мотори комбайнів, автомобілі, стаціонарні двигуни, електросилові установки і робоча худоба. Ці елементи матеріально-технічної бази складають енергетичні ресурси підприємства. Силові машини безпосередньо не впливають на предмети праці, але їх роль у розвитку продуктивних сил сільського господарства надзвичайно велика;

- сільськогосподарські машини і знаряддя, обладнання тваринницьких ферм і машини для приготування кормів, інші робочі машини, які застосовуються в сільськогосподарському виробництві, електромережі, водопроводи. Робочі машини є основою виконання всіх робіт у рослинництві і тваринництві, а також у галузях первинної переробки сільськогосподарської продукції;
- виробничі приміщення та споруди, транспортні засоби і дороги;
- продуктивна худоба і птиця;
- корми, насіння, органічні і мінеральні добрива, засоби хімізації рослинництва і тваринництва, а також інші засоби виробництва в аграрних підприємствах.

Усі ці складові матеріально-технічної бази – засоби і предмети праці, які використовуються у сільськогосподарському виробництві. Основними з них є механічні засоби праці, які становлять матеріальну основу виробництва сільськогосподарської продукції. Проте, земля є головним і незамінним засобом виробництва, без якого неможливий сам процес сільськогосподарського виробництва. Тому у формуванні і розвитку матеріально-технічної бази аграрних підприємств важлива роль належить землі.

Матеріально-технічна база сільського господарства має речові і структурні особливості, зумовлені відмінностями в технології сільськогосподарського виробництва, різним поєднанням природних і технічних факторів.

Найважливішою складовою частиною матеріально-технічної бази аграрного підприємства є земля – головний засіб сільськогосподарського виробництва. Земельні угіддя, які використовуються у сільськогосподарському виробництві, називаються сільськогосподарськими угіддями. Вони включають ріллю, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження та перелоги. Сільськогосподарські угіддя аграрних підприємств характеризуються різною якістю і продуктивністю, що насамперед залежить від зональних особливостей їхнього розміщення. Сільськогосподарські угіддя нашої країни визначаються великою часткою ріллі, що

є основою розвитку інтенсивного аграрного виробництва. На сучасному етапі основною проблемою, від розв'язання якої залежить дальший розвиток сільськогосподарського виробництва, є підвищення родючості земельних угідь. Лише за цих умов можна забезпечити ефективне використання всіх інших засобів виробництва, зокрема машин і обладнання, виробничих приміщень і споруд, продуктивної худоби і кормів, насіння і добрив.

Матеріально-технічна база сільського господарства значно залежить від природних умов і характеризується зональними особливостями сільськогосподарського виробництва. В різних зонах з неоднаковими ґрунтово-кліматичними умовами застосовуються різні системи машин, які найбільш повно враховують регіональні відмінності і відповідають конкретним умовам виробництва.

Матеріально-технічна база сільськогосподарських підприємств формується і розвивається з урахуванням сезонного характеру виробництва. У зв'язку з цим значна кількість сільськогосподарських машин і знарядь використовується протягом нетривалого періоду, створюються відповідні запаси насіння, кормів та інших засобів. Це потребує додаткових витрат і впливає на ефективність використання матеріально-технічних засобів.

Невід'ємною складовою частиною матеріально-технічної бази сільського господарства є живі організми – продуктивна і робоча худоба, молодняк тварин, птиця, багаторічні насадження тощо. В сільськогосподарському виробництві тісно переплітаються економічні і біологічні процеси. Останні визначаються ростом і розвитком живих організмів і істотно впливають на ефективність використання всіх інших засобів виробництва.

Складовою частиною матеріально-технічної бази є засоби виробництва, які створюються безпосередньо в сільському господарстві (продуктивна худоба, корми, насіння, органічні добрива). Навіть за високого рівня оснащення аграрних підприємств засобами промислового виробництва, але нестачі або низькій якості засобів виробництва, відтворених у сільському господарстві, продуктивність рослинництва і тваринництва знижуватиметься. Тому створення матеріально-технічної бази, необхідної для широкого впровадження інтенсивних технологій в

аграрних підприємствах, вимагає не тільки дальшого розвитку промисловості, а й впровадження у виробництво досягнень агробіологічної науки.

Визначальний фактор удосконалення матеріально-технічної бази аграрних підприємств – науково-технічний прогрес, який здійснюється безперервно і є необхідною умовою економічного і соціального розвитку. За умов науково-технічного прогресу в першу чергу вдосконалюються засоби праці, які мають вирішальне значення для розвитку матеріального виробництва. Засоби праці є не тільки мірилом розвитку робочої сили, а й показником рівня суспільних відносин, за яких відбувається праця.

Найбільш активною частиною матеріально-технічної бази аграрних підприємств є енергетичні ресурси [38], які включають потужність механічних двигунів (тракторів, комбайнів, автомобілів та ін.), електромоторів, електроустановок і робочої худоби. Підвищення рівня забезпеченості підприємств енергетичними ресурсами характеризує зміцнення і розвиток їх матеріально-технічної бази.

В енергетичних ресурсах аграрних підприємств України переважають механічні двигуни, а частка робочої худоби становить менше 0,5%. У складі енергетичних ресурсів основне місце займають тракторні і автомобільні двигуни, частка яких становить приблизно 2/3 всіх потужностей.

Рівень забезпеченості аграрного підприємства енергетичними ресурсами визначається такими показниками:

- енергозабезпеченість підприємства – кількість енергетичних потужностей (к. с.) з розрахунку на 100 га посівної площі;
- енергоозброєність праці – кількість енергетичних потужностей (к. с.) з розрахунку на одного середньорічного працівника, зайнятого в сільськогосподарському виробництві.

Показники енергоозброєності праці й енергозабезпеченості сільськогосподарських підприємств окремих регіонів України значно відрізняються, що зумовлене відмінностями їх галузевої структури, спеціалізацією і концентрацією виробництва та іншими факторами.

В енергетичних ресурсах аграрних підприємств важливого значення набуває застосування електроенергії, що свідчить про дальший розвиток і вдосконалення матеріально-технічної бази сільськогосподарського виробництва. Електрифікація виробничих процесів – важливий фактор впровадження комплексної механізації і автоматизації сільськогосподарського виробництва.

Для оцінки рівня використання електроенергії в підприємствах використовують такий показник, як електроозброєність праці, який визначається кількістю електроенергії, використаної на виробничі потреби, з розрахунку на одного середньорічного працівника сільськогосподарського виробництва.

Впровадження досягнень науково-технічного прогресу, переведення виробництва сільськогосподарської продукції на індустріальну основу вимагають значного збільшення використання електроенергії. Зростання електроозброєності праці в підприємствах забезпечує значне підвищення її продуктивності. Електрифікація сільського господарства має велике не тільки економічне, а й соціальне значення, сприяючи поліпшенню умов праці і побуту сільських трудівників.

Підвищення рівня забезпеченості аграрних підприємств енергетичними ресурсами зумовлює раціональне і ефективне використання їх. У процесі розвитку матеріально-технічної бази підприємств важливого значення набуває впровадження енергозберігаючих технологій. Вони повинні стати одним з головних джерел задоволення зростаючих потреб господарств в енергетичних ресурсах, сприяти підвищенню ефективності виробництва.

Для того щоб визначити місце машин для обробітку ґрунту в загальній системі технологічних засобів, основні технологічні операції з вирощування сільськогосподарських культур умовно поділяють на дві групи, які [34]:

- сприяють підвищенню біологічного врожаю;
- впливають на рівень втрат урожаю.

До першої групи належать такі операції:

- обробіток ґрунту – вагомість впливу на врожай становить 25 %;
- внесення добрив – 50 %;
- сівба – 25 %.

Друга група охоплює:

- захист рослин – втрати становлять до 40 % урожаю;
- збирання врожаю – до 30 %;
- первинну переробку та зберігання продукції – до 30 %.

За якістю виконання агротехнічних прийомів механізовані технології класифікують за трьома рівнями:

- низьким (екстенсивним);
- середнім (інтенсивним);
- високим («точним землеробством»).

Кожен із цих рівнів технологій передбачає відповідні комплекси техніки та різну ефективність їх використання. Надалі йтиметься переважно про високий рівень техніки й технологій. Їх формування починається з урахування в технічних вирішеннях умов роботи та потреб рослин, що вирощуються.

Залежно від агротехнічних функцій та термінів виконання обробіток ґрунту поділяють на такі види:

- основний;
- передпосівний;
- міжрядний.

Класифікація видів обробітку ґрунту за глибиною:

- нульовий (без обробітку);
- поверхневий (на глибину 0...8 см);
- мілкий (на 8...16 см);
- середній (на 16...24 см);
- глибокий (на 24...35 см);
- меліоративний – на глибину понад 35 см.

Основним вважають найглибший за всю ротацію культури обробіток ґрунту. Це найбільш енергоємний (10...30 % пального) елемент технологій вирощування польових культур. Проте за певних умов від такого обробітку можна відмовитися. Нині в Україні це допускається на площах, що не перевищують 10 % орних земель. Меліоративний обробіток здійснюється одноразово або періодично, тому до основного не належить. Умови виконання обробітку ґрунту дуже різноманітні, проте їх можна структурувати.

Ґрунтово-кліматичні умови України характерні тим, що майже половина орних земель розміщена в посушливій, а 20 % – у перезволоженій зонах. У Степу (5,4 млн. га) переважають чорноземні та каштанові ґрунти з вмістом гумусу 1,5...6,0 % та потужністю родючого шару 30...110 см. У Лісостепу (11,6 млн. га) більше ніж половина ґрунтів – чорноземи типові, а 40 % – чорноземи підзолисті та сірі лісові з вмістом гумусу 2,0...5,5 % та глибиною родючого шару 30...150 см. У Поліссі (5,2 млн. га) 70 % ґрунтів дерново-підзолисті, є також сірі лісові з вмістом гумусу 0,8...2,5 % при глибині родючого шару 15...50 см.

Формалізовані характеристики вирощуваних культурних рослин та їхніх вимог до основного обробітку ґрунту становлять агротехнічну базу технологій «точного землеробства». Глибина основного обробітку ґрунту певним чином відповідає характеру розміщення основної маси коренів у оброблюваному шарі ґрунту. За глибиною залягання коренів десять найпоширеніших в Україні видів культурних рослин поділяють на дві групи:

- з кореневими системами, розміщеними в шарі 0...22 см (озимі та ярі зернові колосові, зернобобові, круп'яні культури та льон);
- з кореневими системами, розміщеними в шарі 0...35 см (кукурудза, цукровий буряк, соняшник, картопля та овочі).

Під вирощувану культуру у сівозміні ґрунт обробляють по агрофону культури-попередника, який істотно впливає на технологічний вибір та режими роботи. Особливого врахування потребують характер розміщення та кількість

рослинних решток, залишених на поверхні поля на час основного обробітку ґрунту. Поверхневі рослинні рештки за своєю масою іноді в 4-5 разів перевищують кореневі. Тому на технологічні результати роботи ґрунтообробних машин (забої, повноту загортання тощо) впливають переважно поверхневі рештки.

Проблеми із забоями робочих органів виникають за наявності куп соломи, незібраних та полеглих рослин, великої кількості рослинної маси. При цьому можливості різних машин істотно відрізняються, навіть у межах одного типу робочих органів.

Рослинні рештки, органічні та мінеральні добрива, що вносяться в ґрунт, мають розміщуватися в ньому певним чином. Насичення ґрунту органічними речовинами, його мульчування, приорювання сидеральних культур, подрібненої соломи, стебел, гички – це важливі ґрунтозахисні елементи систем «точного землеробства», які слід виконувати на належному технологічному рівні. Перед основним обробітком ґрунту на поверхні поля може бути до 12 т сухої органічної речовини на гектар. Зауважимо, що загортання кореневищ та насіння бур'янів у ґрунт на глибину понад 15 см сприяє зменшенню засміченості посівів.

Загальний рівень сільськогосподарського машинобудування також є одним із важливих елементів, що характеризують технічні умови виконання основного обробітку ґрунту. Огляд структурних складових, які впливають на ці умови, засвідчує потребу диференціації та класифікації ґрунтообробних машин. Отже, машини, що застосовуються для основного обробітку ґрунту, за типом робочих органів поділяють на:

- полицеві;
- дискові;
- чизельні.

Кожен із цих типів відповідно розподіляється залежно від глибини обробітку ґрунту (табл. 1). Потребує деякого уточнення класифікація сучасних ґрунтообробних машин.

Основний обробіток ґрунту виконують, як правило, такими ґрунтообробними машинами: лемішно-полицевими плугами (привласнимо їм умовно код

01), дисковими (02) і чизельними (03) знаряддями. Кожний із цих типів машин диференціюється залежно від глибини обробітку. Привласнимо видам обробітку ґрунту за глибиною такі порядкові номери: 1 – поверхневому на 0...8 см, 2 – мілкому на 8...16 см, 3 – середньому на 16...24 см, 4 – глибокому на 24...35 см. Тоді ґрунтообробні знаряддя можна кодифікувати так: 2.01 – плуги-луцильники, 3.01 – плуги загального призначення, 4.01 – ярусні плуги; 1.02 – дискові луцильники, 2.02 – дискові борони, 3.02 – важкі дискові борони; 4.02 – дискові плуги; 1.03 – легкі культиватори, 2.03 – важкі культиватори, 3.03 – чизель-культиватори і плоскорізи, 4.03 – чизельні плуги і плоскорізи-глибокорозпушувачі. Запропоноване кодування відповідає типовій належності та функціональному призначенню окремих ґрунтообробних машин.

Як вже було написано раніше, основний обробіток ґрунту – це обробіток глибиною на 24-25 см та більше. Виконується плугами, чизелями та глибокорозпушувачами. У нашій роботі розглядається агрегат для полицевого обробітку ґрунту. Полицевий обробіток також називають оранкою. Оранка – це с.-г. операція, під час якої оброблюваний шар ґрунту перевертається не менше ніж на 135° [60]. При обертанні він кришиться, розпушується і частково перемішується. Бур'яни, що підрізаються, прямують до дна борозни, де перегнивають і потім використовуються культурними рослинами у якості поживних речовин.

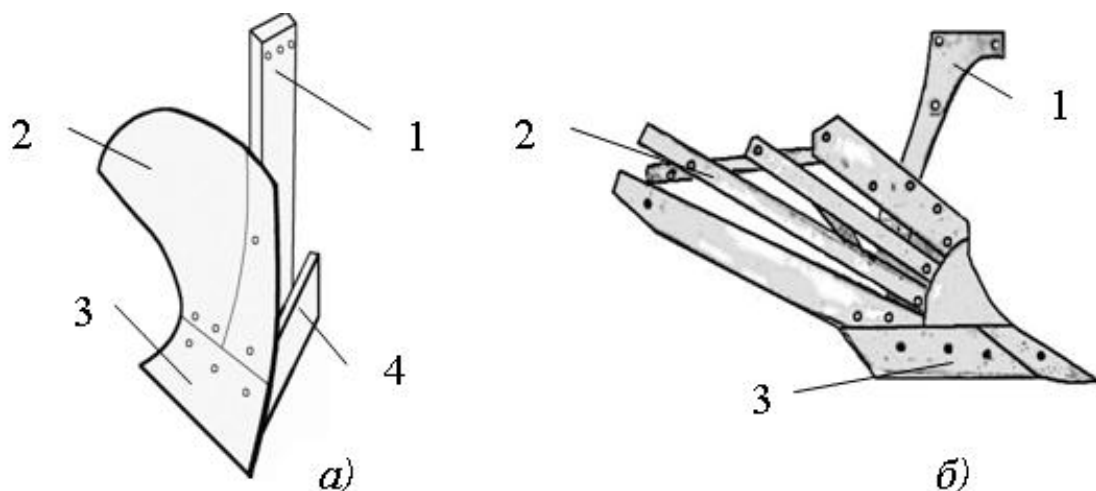
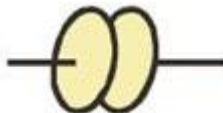





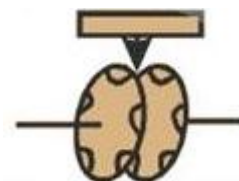






Рис. 1. Основні робочі органи плуга:
1 – стояк; 2 – полиця; 3 – леміш; 4 – польова дошка

Основними робочими органами плуга є (рис. 1): леміш, полиця, польова дошка, передплужник і дисковий ніж [1]. Технологічні операції і якість оранки багато в чому залежать від форми полиць, які бувають гвинтові, напівгвинтові, циліндричні та культурні (рис. 2).

Таблиця 1

Типи ґрунтообробних машин для основного обробітку ґрунту

Умовний номер. Вид та глибина обробітку ґрунту, см	Типи ґрунтообробних машин для основного обробітку ґрунту (їх умовні коди)		
	Полицеві плуги (01)	Дискові знаряддя (02)	Чизельні знаряддя (03)
1. Поверхневий (0...8)		Дискові лушиль- ники (1.02) 	Легкі культива- тори (1.03) 
2. Мілкий (8...16)	Плуги-лушиль- ники (2.01) 	Дискові борони (2.02) 	Важкі культива- тори (2.03) 
3. Середній (16...24)	Плуги загального призначення (3.01) 	Важкі дискові бо- рони (3.02) 	Плоскорізи, чи- зель- культива- тори (3.03) 
4. Глибокий (24...35)	Ярусні плуги (4.01) 	Дискові плуги (4.02) 	Чизельні плуги, глибокоро- зпущувачі (4.03) 

Кожна з цих поверхонь має як переваги так і недоліки: циліндрична полиця (рис. 2, поз. 1) добре подрібнює скибу, але недостатньо її перевертає, вона має обмежене застосування; культурна полиця (рис. 2, 2) добре подрібнює і в достатній мірі перевертає скибу; напівгвинтова полиця (рис. 2, 3) добре обертає скибу і недостатньо її подрібнює; гвинтова полиця (рис. 2, 4) забезпечує повне обертання скиби (на 180°), але без значного подрібнення. Найбільш широке застосування одержали культурні та напівгвинтові полиці.

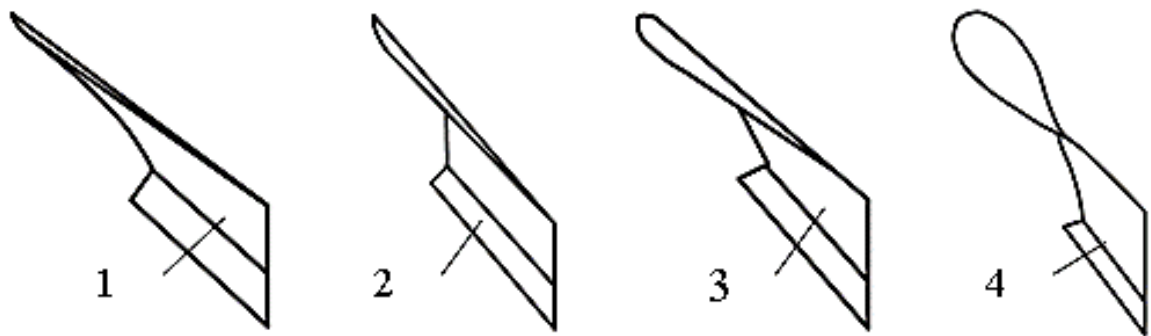


Рис. 2. Форми робочих поверхонь плужних корпусів:
1- циліндрична, 2 – культурна, 3 – напівгвинтова, 4 – гвинтова

При роботі на полицю діють значні зусилля і крутні моменти. З метою надання полиці міцності і стійкості її виготовляють дво- і тришаровою. Зовнішня поверхня полиці тверда, а внутрішня – м'яка.

На польових випробуваннях ми використовували полиці напівгвинтової форми, які виготовлені з композитного матеріалу tekron і польові дошки з такого ж матеріалу.

Перелік основних засобів для обробітку ґрунту у господарстві наведено у таблиці 2. Для виконання основного обробітку ґрунту господарство має такі ґрунтообробні знаряддя: плуг ПЛН-3-35 у кількості 3 одиниці, плуг ПЛН-5-35, яких також 3 одиниці, плуг ПНП-3-35 та плуг оборотний навісний Rabe Albatros 120 М. Для агрегування використовуються трактори тягового класу 1,4 та 3.

Таблиця 2

Основні засоби для обробітку ґрунту у господарстві

Енергетичний засіб		С.-г. машина	
Найменування	Рік випуску	Найменування	Рік випуску
Трактор John Deere 6135 В	2018	Культиватор польовий Challenger 5730-32 NC	2016
Трактор Massey Ferguson 8690	2016	Культиватор Horsch Tiger 4 МТ з катком	2016
Трактор John Deere 6125 М	2016	Борона дискова Horsch Joker 6 HD з катком	2016
Трактор Беларус-892	2015	Культиватор КПГ-8-02 «Велес-Агро»	2015
Трактор Беларус-892	2011	Культиватор КРНВ-5,6-04	2015
Трактор ХТА-200-10 «Слобожанець» (2шт)	2010	Луцильник дисковий ДЛМ-5	2015
Трактор ХТЗ-170	2009	Плуг ПЛН-3-35 (3шт)	2015
Трактор Беларус-920	2008	Плуг оборотний навісний Rabe Albatros 120 М	2014
Трактор МТЗ-80	1990	Борона з пружинним зубом БЗП-15,2	2012
Трактор МТЗ-80	1986	Культиватор John Deere 2210	2011
Трактор Т-150К	1982	Борона АГД-2,5	2010
		Плуг ПЛН-5-35 (3шт)	2010
		Культиватор КМСО-8	2009
		Борона БД-2,6	2008
		Борона БД-4-100 (2шт)	2008
		Культиватор КПК-5-6	2008
		Борона БЗСС-1	2007
		Борона пружинна ЗПГ-24	2007
		Плуг ПНП-3-35 з углозн.	2006
		Борона БДМП 4×4	2006
		Борона БДТ-7	2004
		Борона БЗСС-1	2003
		Борона БДТ-7	2002

Для визначення рівня забезпеченості аграрного підприємства енергетичними ресурсами [23] треба знайти такі показники: енергозабезпеченість підприємства $E_{\text{підпр}}$ та енергоозброєність праці $E_{\text{пр}}$. Необхідні дані беремо з додатку А.

Енергозабезпеченість показує, скільки припадає енергетичних потужностей у розрахунку на 100 га сільськогосподарських угідь. Її визначають відношенням загальної кількості енергетичної потужності на площу сільськогосподарських угідь [23]:

$$E_{\text{підпр}} = \frac{\sum E}{S} \times 100, \text{ к.с./100га с.-г. угідь} \quad (1.1)$$

$$E_{\text{підпр}} = \frac{4516}{3600} \times 100 = 125,4 \text{ к.с./100га с.-г. угідь}$$

де $\sum E$ – кількість енергетичних потужностей (к. с.),

S – загальна площа с.-г. угідь (га);

Енергоозброєність праці засвідчує, скільки енергетичних потужностей припадає на середньорічного працівника (СРП). Її визначають як відношення суми енергетичних потужностей до кількості середньорічних працівників [23]:

$$E_{\text{пр}} = \frac{\sum E}{\sum \text{СРП}}, \text{ к.с./СРП} \quad (1.2)$$

$$E_{\text{пр}} = \frac{4516}{50} = 90,32 \text{ к.с./СРП}$$

де $\sum E$ – кількість енергетичних потужностей (к. с.),

$\sum \text{СРП}$ – кількість середньорічних працівників;

Кожного року на підприємстві оранка виконується приблизно на 200 га від загальної площі. Основну роботу виконують два трактори ХТА-200-10 та один ХТЗ-170, які агрегуються з плугами ПЛН-5-35.

За способом агрегування з трактором розрізняють плуги [1] навісні, напівнавісні і секційні. Навісні плуги в транспортному положенні передають всю свою вагу на колеса трактора, вони мають, як правило, не більше 5 корпусів, напівнавісні плуги в передній частині піднімають трактором, а задня їх частина спирається на власне колесо. Мають 6-8, іноді 9 корпусів. Секційні плуги являють собою комбінацію з напівнавісного плуга (передня секція) і навісного (задня

секція), між секціями розташовується візок з навісним пристроєм для задньої секції. Кількість корпусів 12 і більше.

1.2. Техніко-економічна ефективність агрегатів для основного обробітку ґрунту

Для проведення експлуатаційних розрахунків, планування роботи машинно-тракторного парку, аналізу використання тракторів, комбайнів, вантажних автомобілів, інших сільськогосподарських машин і знарядь, а також для розрахунку економічної ефективності нових машин необхідно знати їх основні техніко-економічні показники [2, 3, 24, 25, 27, 28]. Вони характеризують параметри, які залежать від конструктивних особливостей і ті, що виявляються під час експлуатації машин. Система техніко-економічних показників певної марки машин складає її техніко-економічну характеристику.

До техніко-економічних показників роботи МТА відносять: продуктивність годинну, змінну, питомі витрати пального та праці, приведені експлуатаційні грошові витрати.

Продуктивність машини (агрегату) – це кількість роботи, виконаної за одиницю часу. У господарствах продуктивність трактора, комбайна, інших сільськогосподарських машин та. Агрегатів визначають у фізичних та умовних одиницях роботи, за рік, сезон, місяць, день, зміну, годину змінного часу.

Для визначення продуктивності машин вимірюють кількість виконаної роботи і часу, витраченого на її виконання, з урахуванням якості.

Змінний і денний наробіток характеризують обсяг виконаної роботи, використання робочого часу механізаторів, завантаження, технічний стан машин, ступінь використання швидкості руху агрегату, а головне визначають, строки виконання робіт.

Річний (сезонний) наробіток машин характеризує ефективність їх використання протягом року і впливає на собівартість тракторних робіт.

Коефіцієнт планового використання агрегату дає можливість визначити, як виконується намічений обсяг робіт, правильність та напруженість використання агрегату. Коефіцієнт планового використання агрегату (за рік, сезон, зміну, годину) визначають як співвідношення фактичного обсягу виконаної роботи і запланованого.

Коефіцієнт використання робочого часу зміни визначають як співвідношення фактичного наробітку за зміну до норми наробітку.

Коефіцієнт експлуатаційної надійності машини (агрегату) визначають як співвідношення часу роботи агрегату і суми часу роботи та часу, що необхідний для усунення технічних несправностей.

Експлуатаційна надійність агрегату – показник, що вимірюється середнім часом безвідмовної роботи протягом зміни, сезону, міжремонтного періоду чи за весь строк служби у певних умовах експлуатації.

Коефіцієнт технічного обслуговування характеризує втрати робочого часу на проведення технічного обслуговування машини і регулювання робочих органів. Визначають його як співвідношення часу роботи і суми часу роботи та часу, необхідного для технічного обслуговування.

Показник технологічного обслуговування машини (агрегату) визначають як співвідношення часу роботи до суми часу роботи і часу, необхідного для усунення порушень технологічних процесів.

1.3. Висновки по розділу і постановка задач проектування

Система обробітку ґрунту – це сукупність заходів обробітку ґрунту в певній послідовності для забезпечення найкращих умов росту рослин і одержання високих урожаїв у даних. конкретних кліматичних умовах. Основне завдання обробітку ґрунту в системі інтенсивного землеробства – це створення оптимальних умов для росту і розвитку с.-г. культур, підвищення родючості земель і ефективний захист їх від ерозії.

За допомогою обробітку забезпечується необхідне розпушування ґрунту з

перевертанням або без перевертання оброблювального шару, перемішування і ущільнювання його, загортання добрив і післяжнивних решток. Обробіток ґрунту поліпшує агрофізичні властивості ґрунту, водний, повітряний і тепловий режими, регулює біологічні та хімічні процеси в оброблювальному шарі, підтримує необхідний санітарний стан.

На обробіток припадає близько 40% енергетичних і 25% трудових затрат загального обсягу робіт. Тому зайві його прийоми підвищують собівартість рослинної продукції.

Для створення оптимальних умов росту і розвитку с.-г. культур в сівозмінних ґрунтово-кліматичних зонах застосовують диференційований обробіток ґрунту залежно від його властивостей, окультурення, попередників, забур'яненості тощо.

Правильно поєднують глибокий, звичайний та поверхневий обробіток. Застосування будь-якого способу обробітку повинно забезпечувати необхідні умови для високоякісної сівби, загортання насіння на оптимальну глибину та дружного його проростання.

Зяблевий обробіток (оранка), проводиться восени під ярі культури, в наступному році має значну і майже повсюдну перевагу перед весняним обробітком ґрунту для культур не тільки ранніх, а й пізніх строків сівби. Перевага зяблевого обробітку, порівняно з весняним, досить велика у разі підвищеної засміченості ґрунту, особливо багаторічними бур'янами, і на важких ґрунтах. При зяблевому обробітку в більшості регіонів, за винятком надмірно зволжених, краще нагромаджується і зберігається в ґрунті волога атмосферних опадів, а також весняних талих вод. Зяблевий обробіток створює більш оптимальні агрофізичні властивості, забезпечуючи тим самим сприятливі умови для мікробіологічної діяльності у ґрунті. Ефективніше ведеться боротьба з бур'янами (особливо багаторічними), шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур, забезпечується оптимальний фітосанітарний стан ґрунту. Діапазон глибин обробітку 25-33 см.

В останні роки все більшого поширення набуває мінімалізація обробітку

грунту, при якій різко зменшується механічний вплив на ґрунт та енергетичні затрати. Для цього зменшують (періодично) глибину та кількість прийомів обробітку, поєднують виконання кількох технологічних операцій в одному робочому процесі, методи боротьби з бур'янами.

Ефективний спосіб мінімалізації обробітку ґрунту – застосування комбінованих агрегатів, які виконують кілька операцій за один прохід, наприклад, оранку і передпосівний обробіток; передпосівний обробіток, сівбу, внесення добрив, гербіцидів, тощо.

Наукова гіпотеза. Зниження тягового опору і підвищення якісних показників роботи при оранці ґрунту можливе за рахунок застосування робочих органів (полиць та польових дощок) із матеріалу з низьким коефіцієнтом тертя.

Мета роботи: обґрунтування параметрів робочого органу плуга з композитних матеріалів, що забезпечує зниження тягового опору і підвищення якісних показників обробітку ґрунту.

Завдання дослідження:

1. Модернізувати конструкцію робочого органу плуга та здійснити переобладнання.
2. Підготувати обладнання для проведення експериментальних досліджень, відкалібрувати тензометричну ланку, визначити оптимальну дату для польових випробувань згідно даних метеоцентру.
3. На підставі результатів теоретичних досліджень визначити оптимальні конструктивні і експлуатаційні параметри робочого органу, що забезпечують зниження енергоємності та підвищення якості обробки ґрунту.
4. Провести експериментальні дослідження для перевірки достовірності результатів теоретичних досліджень.
5. Розрахувати техніко-економічні показники роботи плуга із запропонованими елементами робочих органів орного агрегату.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРНОГО МТА

2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми машинно-тракторного агрегату для оранки

Частина енерговитрат на оранці в деякій мірі залежить від вибору конструктивно-технологічної схеми машинно-тракторного агрегату, а також правильного агрегування плугів. Досліди, які проводилися багатьма науковцями, а також у Таврійському ДАТУ показали [4, 29, 47, 48, 49], що схема агрегування «push-pull» перспективна і високопродуктивна. Схема «push-pull» (штовхай-тягни) передбачає приєднання орного знаряддя не тільки до заднього навісного механізму (ЗНМ), а й до переднього навісного механізму (ПНМ) трактора, яке працює у режимі штовхання. Ця схема показана на рис. 3.

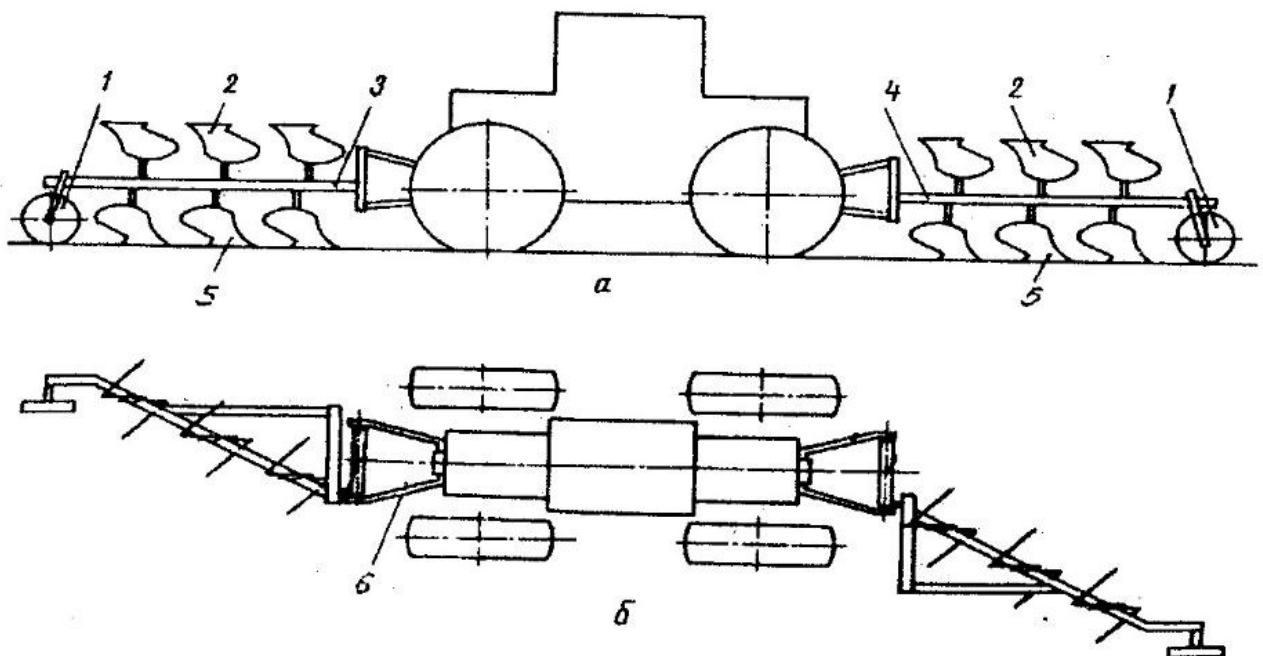


Рис. 3. Принципова схема орного агрегату за схемою «push-pull»:
а – вигляд збоку, б – вигляд зверху: 1 – опорне колесо, 2 – лівообертаючі корпуси, 3 – рама задньонавісного плуга, 4 – рама фронтального плуга, 5 – правообертаючі корпуси, 6 – навісний механізм трактора

Дослідження проводилися з двома комбінаціями плугів. Перша комбінація складалася з трактора ХТЗ-16131, фронтального і задньонавісного плуга («push-pull» 2+4); друга – той самий енергозасіб і п'ятикорпусний плуг (0+5). Комбінації цих агрегатів можна побачити на рис. 4 та рис.5.



Рис. 4. Комбінація «2+4»



Рис. 5. Комбінація «0+5»

За даними експерименту робоча ширина схеми «2+4» була на 20,9% більшою ніж у звичайного орного агрегату. І хоча швидкість першої комбінації виявилася на 1,5% нижчою, продуктивність все одно зростає на 19,5% завдяки збільшенню ширини захвату. Економія палива склала 11,5% в умовах польового

експерименту. Середнє квадратичне відхилення глибини оранки в обох порівнюваних комбінаціях не перевищували агротехнічних вимог (± 2 см) і становили 1,98 см для схеми «0 + 5» і 1,52 см для схеми «2 + 4». На цих підставах можна припустити, що застосування першої компоновки забезпечує кращу рівномірність руху плуга по глибині обробітку.

Також не можна не оцінити таку розробку, як модульний енергетичний засіб (МЕЗ) перемінного тягового класу [42, 44, 45, 46]. Розділення функцій трактора на енергетичну і технологічну частини дозволяє значно зменшити питому матеріалоємність МТА, підвищити тягово-зчіпні властивості і паливну економічність, збільшити начіпну спроможність, послабити шкідливий вплив рушіїв на ґрунт.

Таврійським ДАТУ у співдружності з ННЦ «ІМЕСГ» НААН України розроблено два модульних енергетичних засоби. Перший із них презентує МЕЗ перемінного тягового класу 1,4-3 (умовна марка МЕЗ-100, рис.6), а другий – МЕЗ перемінного тягового класу 3-5 (умовна марка МЕЗ-300, рис.7).



Рис. 6 – МЕЗ-100 на основі трактора КИЙ-14102

МЕЗ-100 складається із енергетичного (ЕМ) і технологічного (ТМ) модулів. В якості енергетичного модуля можуть використовуватися універсально-

просапні трактори класу 1,4 серії МТЗ або КИЙ-14102, який нині виробляє ТОВ «Укравтозапчастина» (м. Київ).



Рис. 7 – МЕЗ-300 на основі трактора серії ХТЗ-170

Енергетичним модулем МЕЗ-300 можуть виступати колісні трактори серії ХТЗ-170 і ХТЗ-160.



Рис. 8 – Технологічний модуль МЕЗ

Технологічний модуль – це додатковий міст з приводом коліс від синхронного валу відбору потужності (ВВП) трактора. У передній частині ТМ має зчіпний пристрій (рис. 8), за допомогою якого він приєднується до заднього навісного механізму трактора. Для агрегування з сільськогосподарськими знаряддями додатковий міст обладнаний гідравлічною навісною системою, власним ВВП, сидельним зчіпним пристроєм, системою гальмування тощо.

У Таврійському ДАТУ проведено випробування МЕЗ-100 на оранці з плугом ПЛН-4-35. Аналіз експлуатаційно-технологічних даних показав, що змінна продуктивність нового агрегату на 31,7% більша, а питомі витрати палива – на 20% менші у порівнянні з аналогічними показниками для базового орного МТА у складі трактора МТЗ-80 і плуга ПЛН-3-35. За певних ґрунтових умов МЕЗ-100 може експлуатуватися і з п'ятикорпусним плугом типу ПЛН-5-35, який, як відомо, відноситься до знарядь, що агрегуються з тракторами тягового класу 3.

В нашому досліді для розрахунку схеми приєднання знаряддя до енергозасобу (рис. 9), який рухається поза борозною, треба скористатися формулою для знаходження поперечного зміщення плуга [41]:

$$D = \frac{(B_K + b + 2A - B_H - 2X)}{2} \quad (2.1)$$

де B_K – колія трактора, мм. $B_K=1860$ мм;

b – ширина шини колеса трактора, мм. $b=540$ мм;

A – відстань від крайнього колеса до борозни, мм. $A=100$ мм;

B_H – конструктивний параметр плуга, мм. $B_H=900$ мм;

X – відстань від стінки борозни до точки приєднання нижньої тяги ЗНМ трактора, мм. $X=100$ мм.

$$D = \frac{(1860 + 540 + 2 \cdot 100 - 900 - 2 \cdot 100)}{2} = 150 \text{ мм}$$

Так як величина D зі знаком «+», то маємо правостороннє зміщення плуга з усіма впливаючими звідси негативними наслідками [28, 36, 62, 35]. З'єднуємо наш плуг по 2-х точковій схемі.

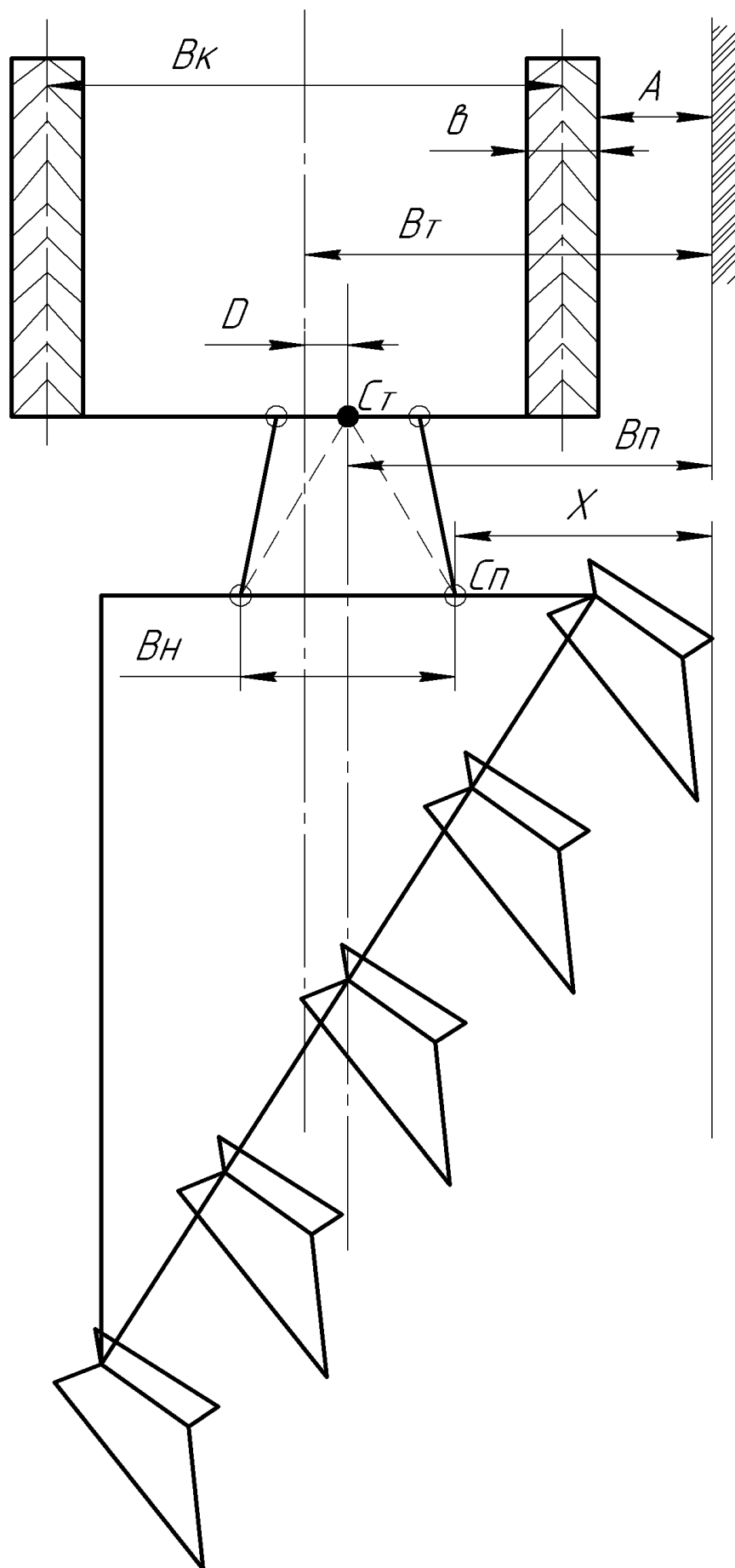


Рис. 9. Схема приєднання плуга до енергозасобу зі зміщенням:

2.2. Аналіз шляхів зменшення тягового опору плуга

Одним із методів підвищення продуктивності МТА є збільшення ширини захвату. Зазвичай для цього використовуються більш потужні трактори, а, отже, й більш важкі. Але цей шлях підвищення продуктивності вичерпав себе, так як важкі трактори більше ущільнюють ґрунт і в подальшому знадобиться більше енергії, щоб відновити його фізико-механічні властивості до оптимального значення. Крім того, збільшення маси трактора приводить до збільшення витрат пального на його самопересування. Більш перспективний шлях – це використання енергонасичених [43] тракторів та робочих органів з інтенсифікаторами, за допомогою яких можна зменшити тяговий опір. Енергонасиченість являє собою відношення потужності двигуна до експлуатаційної маси трактора (кВт/т). Знаходиться з виразу [43]:

$$E = \frac{W}{m}, \text{ кВт/т} \quad (2.2)$$

де W – потужність двигуна, кВт;

m – експлуатаційна маса трактора.

Тяговий опір плугів залежить від типу, фізико-механічних властивостей і вологості ґрунту, захащеності його рослинними рештками, глибини оранки, ширини захвату плуга, форми і стану робочої поверхні полиці і лемеша, маси та швидкості руху плуга тощо. Під час роботи плуга тяговий опір складається із сил тертя ковзання і кочення, сил розрізування ґрунту, кришіння і відкидання скиби.

Існує багато найрізноманітніших способів зменшення тягового опору орних агрегатів і всі вони кардинально відрізняються один від одного. Можна виділити декілька напрямів для його зменшення:

- вдосконалення конструкції знаряддя та зменшення його маси;
- вдосконалення геометрії робочих органів;
- зменшення сил тертя ґрунту по поверхні робочих органів (заміною матеріалу; введенням у прошарок «ґрунт – робоча поверхня» газу, рідини або їх комбінації; коливанням робочих органів)

Все почалося на початку минулого століття, коли основоположник землеробської механіки академік Василь Прохорович Горячкін (1868 – 1935 рр.) почав розробляти наукову теорію відвалу [13]. Він писав: «Для з'ясування поверхні відвалу можна намітити дуже різноманітні шляхи: історичний (емпіричний) і теоретичний (геометричний, механічний та технологічний). Але всі ці способи зводяться до одного – розвитку клина... Тригранний клин є основним елементарним і в той же час єдино можливим знаряддям. Ніяких інших знарядь в просторі трьох вимірів існувати не може. У загальному випадку клин служить для руйнування і переміщення матеріалу. Тому в основі загальної теорії знарядь повинна бути поставлена теорія руйнування матеріалів і теорія клину». Цей шлях передбачений для знайдення правильних геометричних параметрів робочого органу під конкретні умови експлуатації і не має істотного впливу на опір.

Ефективним вирішення проблеми великих енергозатрат при оранці є обґрунтований вибір схеми і параметрів орного МТА. Визначальний вклад в теорію та практику цього питання внесли Нагорний М.Н., Дубровін В.О., Лучинський М.Д., Кузнєцов Ю.І., Василенко П.М., Горячкін В.П., Юшин О.О., Кальбус Г.Л., Любімов А.І., Желіговський В.О., Євтенко В.Г., Панов І.М., Сакун В.О., Лобачевський Я.П., Касимов А.Ш., Синьооков Г.М., Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Булгаков В.М., Кушнар'ов А.С., Кравчук В.І., Кутьков Г.М., Габай Є.В. та інші науковці. Із аналізу результатів їх досліджень випливає, що для зменшення енерговитрат на оранці енергетичний засіб агрегатований з плугом, повинен мати:

- вузьку колію;
- достатньо високі тягово-зчіпні властивості;
- задовільну керованість та стійкість руху;
- рух на мінімально можливій відстані від стінки борозни.

Більшість дослідників вважають, що колія енергетичного засобу має бути така, щоб «центр опору» плуга розташовувався у поздовжньо-вертикальній площині, яка проходить через центр мас трактора [33, 64, 65]. Однак, д.т.н. Надикто В.Т. стверджує [41], що такий варіант агрегування орного знаряддя не є найкращим. Оптимальним буде приєднання плуга, при якому його «центр опору»

розташовуватиметься зліва (при погляді ззаду) від поздовжньої осі симетрії трактора. У результаті поперечна складова тягового зусилля останнього сприятиме розвантаженню польових дощок орного знаряддя, а значить і зменшенню сумарної сили. Експериментально встановлено, що за умови правильного вибору величини лівостороннього поперечного зміщення шестикорпусного (для прикладу) плуга ПЛП-6-35 лише на 100 мм та знятті перших п'яти польових дощок швидкість руху орного агрегату зросте не менше ніж на 10%. За рахунок зменшення тягового опору на 14% витрати палива таким орним МТА знизились на 9%. Якість обробітку ґрунту при цьому не погіршилася.

Відомий ще один спосіб зменшення коефіцієнту тертя ґрунту по робочій поверхні корпусу. Суть його полягає в тому, що на корпусі або рамі плуга створюється вібрація з певною частотою та амплітудою. Розробкою методики застосування збудження коливань на машинах сільськогосподарського призначення займалися В.П. Горячкин, І.М. Бурмин, А.О. Дубровський, І.І. Биховський, М.М. Крилов, В.І. Цветніков [5, 6, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 31, 32, 69]. Цей процес створює випереджаючі тріщини, знижує ймовірність залипання у вологих умовах, розхищує міжагрегатні зв'язки в ґрунті і знижує його міцність, тим самим зменшуючи коефіцієнт тертя та опір. Існує багато способів створення вібрації – ці методи описані в статтях та патентах російських і вітчизняних науковців [52-59], але тільки декілька з них не мають додаткових енергозатрат на її створення. Наявність великої кількості різноманітних конструкцій вібраційних робочих органів свідчить про те, що дослідниками ведеться активна робота в створенні досконалих механізмів і систем. Однак окремо розроблені конструкції мають ті чи інші недоліки. Для вивчення найбільш ефективних вібраційних робочих органів і уникнення явних недоліків менш вдалим конструкцій О.І. Третьяковим з Воронежської державної лісотехнічної академії була розроблена відповідна класифікація [67]. На його думку вони повинні класифікуватися за такими параметрами: джерело енергії, спосіб взаємодії на робочі органи, місцем розташування на знарядді, тип приводу до робочих органів, тип управління, енергозбереження. Результати наведені у таблиці 3.

Класифікація вібраційних механізмів робочих органів

Вібраційні механізми	По джерелу енергії	Від двигуна трактора
		Від автономного джерела
		Від робочих органів знаряддя
	По способу взаємодії на робочі органи	Безпосередньо
		Через проміжні ланки
		Автоколиваннями
	За місцем розташування на знарядді	На рамі знаряддя
		На групі робочих органів
		На кожному робочому органі
		Комбіновані
	За типом приводу до робочих органів	Механічний
		Гідравлічний
		Пневматичний
		Електромеханічний
		Електромагнітний
		Генератором автоколивань
		Комбінований
	За типом управління	Ручне
		Автоматичне
		Комбіноване
	За енергозбереженням	Без рекуперації
		З частковою рекуперацією
		З повною рекуперацією

Варіанти з примусовим створенням коливань використовують магніто-стрикційний перетворювач з концентратором [57] (рис. 10) (має високу потребу в електроенергії, низький КПД та складну конструкцію) або індуктор з магнітно-імпульсною установкою [58] (рис. 11), який також споживає частину потужності двигуна трактора. Хоча й стверджується, що за допомогою цієї установки, яка викликає вібрацію частотою не більше 1кГц і амплітудою 2-5 мм можна зменшити тягове зусилля на 30-40%.

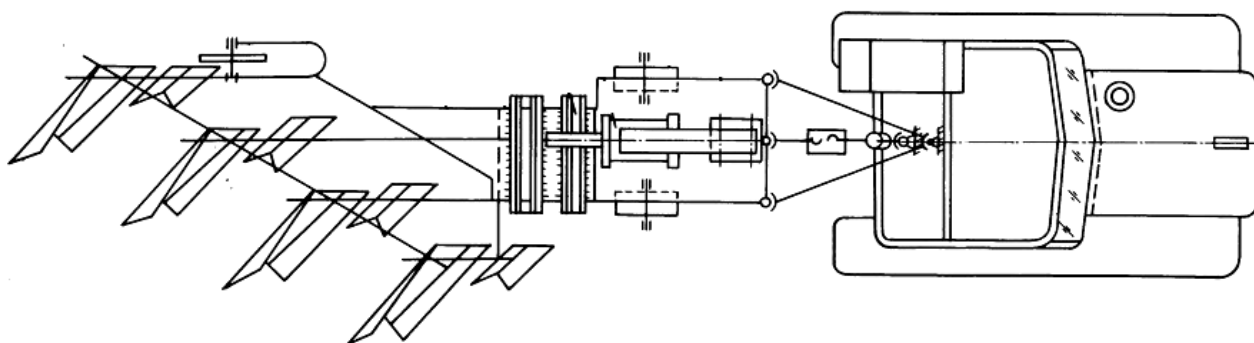


Рис. 10. Пług з ультразвуковим генератором та магнітострикційним перетворювачем

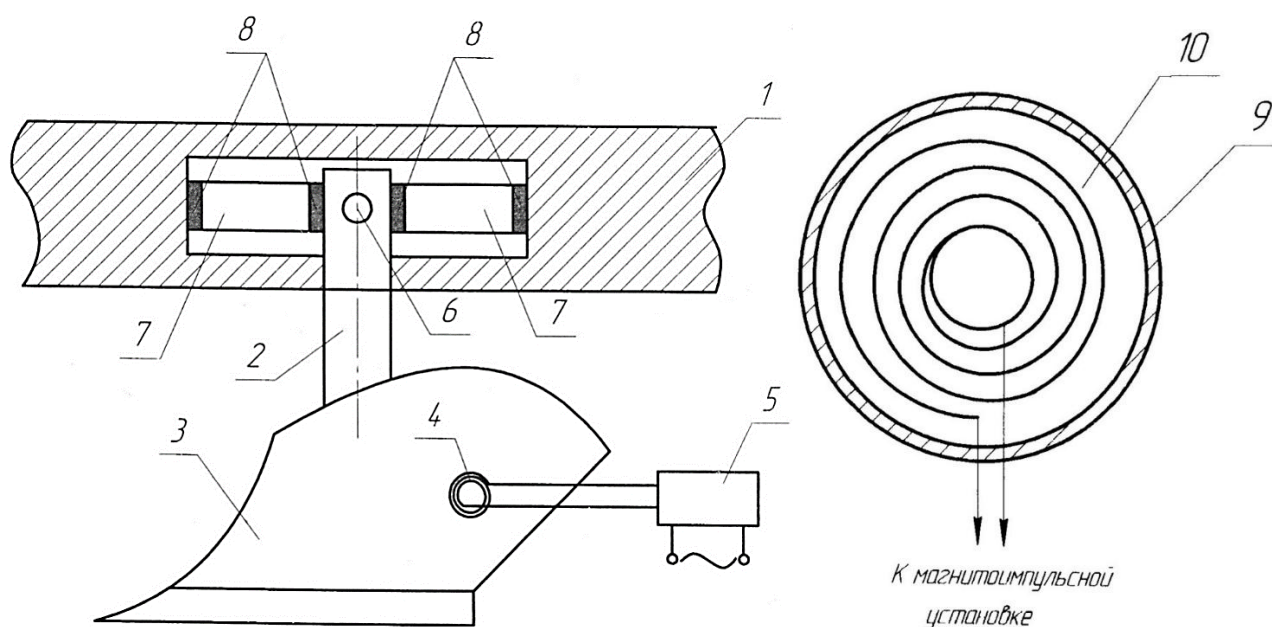


Рис. 11. Робочий орган з індуктором та магнітно-імпульсною установкою:
1 – рама, 2 – стійка, 3 – робочий орган, 4 – індуктор, 5 – магнітно-імпульсна установка, 6 – штифт, 7 – гідравлічний амортизатор, 8 – віброізоляційна прокладка, 9 – ізоляційний матеріал, 10 – виріз для мідної шини

Здобувач С.Н. Дроздов розробив маятниковий вібратор (рис.12) спрямованої дії [16, 19], який повинен бути встановлений чітко у центрі ваги орного агрегату і приводиться в дію від гідромотора або ВВП трактора, крутний момент якого передається через карданну передачу. За рахунок обертання дисбалансів виникає сила P .

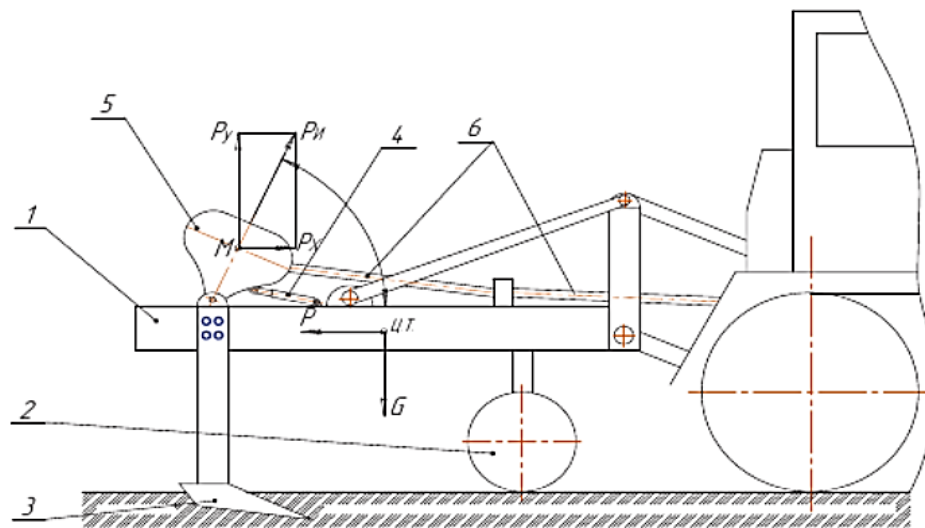


Рис. 12. Схема ґрунтообробної машини з маятниковим вібратором
 1 – рама, 2 – опорне колесо, 3 – робочий орган, 4 – гідроциліндр,
 5 – маятниковий вібратор напрямної дії, 6 – карданний вал

Така конструкція ґрунтообробної машини з вібраційним елементом дозволяє зменшити тяговий опір на 10 – 25 % в залежності від умов роботи.

Професором В.С. Ловейкіном та здобувачем Л.А. Дяченко з НУБІП України у 2012 році були проведені експериментальні дослідження віброплуга ПЛН–2–25 (рис. 12, 13) з гідравлічними вібромоторами, які сполучені з гідросистемою трактора, розробленого на підставі аналізу засобів механізації та результатів теоретичних досліджень [37].



Рис. 12. Спеціально підготовлений експериментальний віброплуг
 ПЛН–2–25 із двома гідравлічними вібромоторами

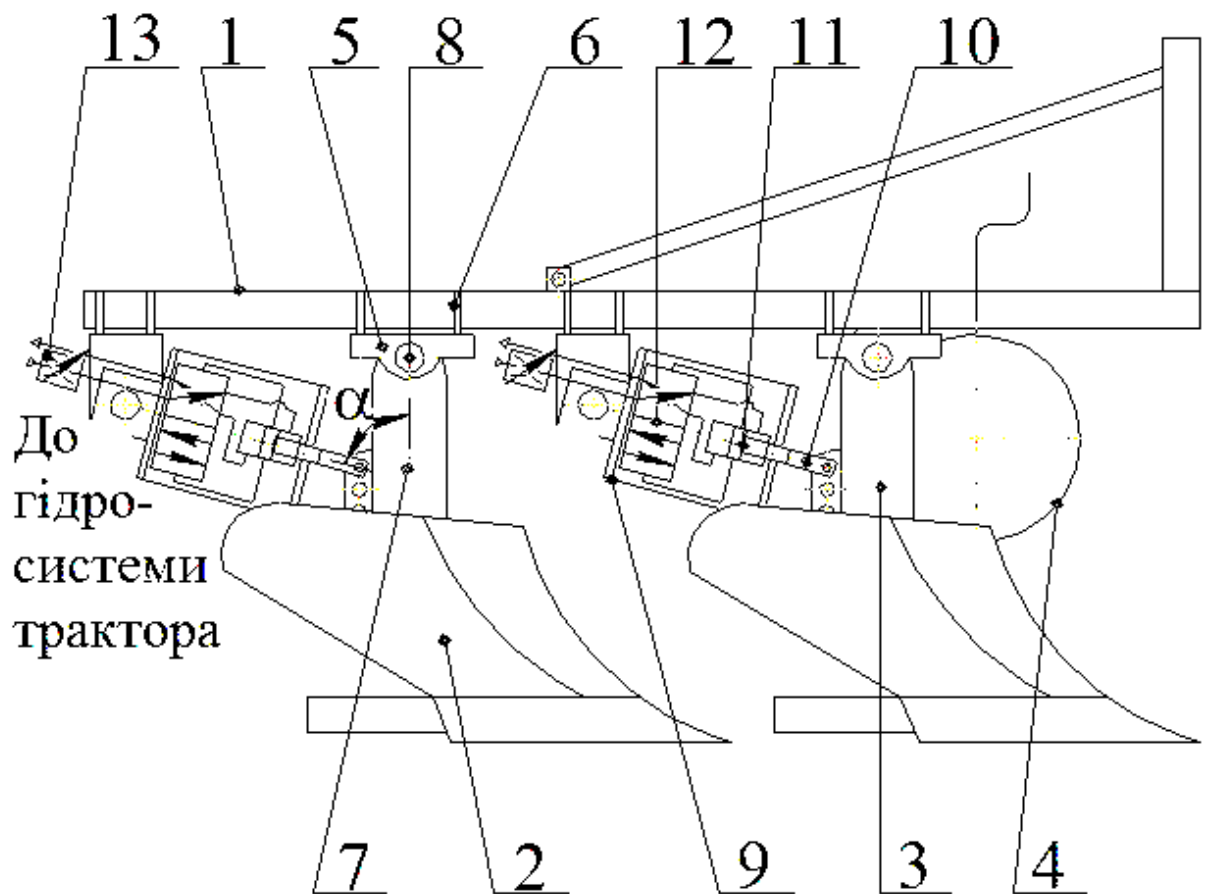


Рис. 13. Конструктивно-технологічна схема віброплуга

1 – рама, 2 – корпус, 3 – стійка корпуса, 4 – опорне колесо, 5 – стійка, 6 – хомут, 7 – нижня частина стійки, 8 – шарнір, 9 – вібратор, 10 – шток, 11 – поршень, 12 – золотник, 13 – дросель

З результатів їх досліджень видно, що максимальне зниження енергозатрат (зниження тягового опору на 54%) відбувається при русі на другій передачі і частоті коливань 33,4 Гц за умови, що перший корпус вібрує, а другий – ні. Також їх випробування показали, що вібрація позитивно впливає на ступінь подрібнення ґрунту – збільшується кількість частинок дрібної фракції.

Створювати вібрацію на знарядді також можна за допомогою опорного колеса виконаного у вигляді пруткового котка [59], що має форму правильного багатокутника з гранями із прутів або смуг, розташованих з проміжками між ними. Таке конструктивне виконання дозволить спростити конструкцію при забезпеченні примусової вібрації з частотою 6-7 Гц. Запропонований варіант можна побачити на рисунку 14.

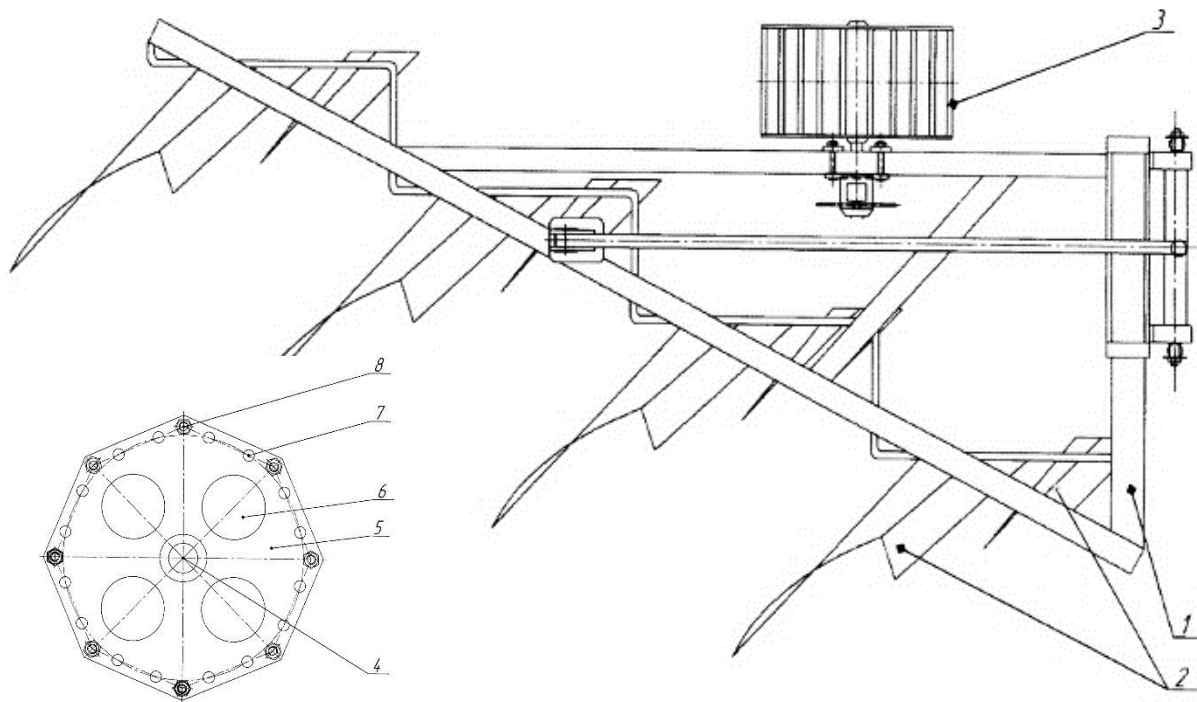


Рис. 14. Плуг з опорним колесом у вигляді правильного багатокутника:
 1 – рама, 2 – робочі органи, 3 – опорне колесо у вигляді правильного багатокутника, 4 – вісь, 5 – бокові площини, 6 – полегшені вирізи, 7 – пруткові елементи, 8 – відокремлювані елементи

У 2009 році д.т.н. В.В. Василенко були проведені лабораторні дослідження та польові випробування [9], в ході яких було визначено наступне: при вібрації робочих органів корпусів з частотою 8...10 Гц і амплітудою близько 5 мм, яка була викликана змінним опором ґрунту, що передається на пружинисті стійки корпусів, які були виконані у вигляді набору листів зі сталі 45Г за типом автомобільних ресор, значення питомого опору корпусу плуга зменшилося з 6,45 Н/см² до 5,52 Н/см². Таким чином тяговий опір агрегату був знижений на 14,5%.

Зниження сил тертя при переміщенні ґрунтової маси по робочих поверхнях ґрунтообробних машин можна добитися з використанням газоповітряної змазки. Повітря подається під тиском 0,1...0,15 МПа для створення газової прошарки між оброблюваним середовищем і металевою поверхнею робочих органів. Застосування газоповітряної змазки найдоцільніше використовувати на

щільних суглинних і глинистих ґрунтах, які перебувають у вологому і перезволоженому стані. Ступінь зниження сил тертя визначається тиском і витратою повітря, типом ґрунту і його вологістю.

У Донському державному технічному університеті (раніше РІСГМ) [68] проводилися дослідження по застосуванню газоповітряної змазки з метою зниження опору корпусів плуга. На експериментальній установці використовувався безперервний наддув повітря через перфоровану поверхню відвалу корпусу плуга. Діаметр отворів дорівнював 0,6 мм, тиск повітря 1,5...5 атмосфер. Зниження тертя спостерігалось при роботі на чорноземі щільністю 1,25 г/см³, вологістю 25% при товщині шару понад 7...8 см. Виходячи з вище викладеного методу можна виявити наступний недолік: використання газоповітряної змазки доцільно тільки на щільних суглинних і глинистих ґрунтах, які знаходяться у вологому і перезволоженому стані. Використання установки в інших умовах, скажімо при сухому ґрунті - неефективне, оскільки виникає ризик видування ґрунту.

В Південно-Уральському державному аграрному університеті (раніше ЧДАІА) [9, 10] були проведені дослідження по внесенню рідких та мінеральних добрив шляхом подачі рідини на робочу поверхню корпусів плугів. Подача рідини на лемішно-відвальну поверхню в межах 250...500 л/га знижувала тяговий опір 4-корпусного плуга при оранці суглинкових ґрунтів на 19...25%. Результати цих досліджень дозволяють вважати ефективним цей спосіб зниження енергоємності обробки ґрунту, тому що крім підвищення продуктивності ґрунтообробних агрегатів і зниження витрати палива, також підвищується ефективність внесених добрив.

Нещодавно на світовому ринку з'явилися текронові елементи плуга (поліці і польові дошки), виготовлені з композитних матеріалів. Виявилося, що цей матеріал (tekrone) має низький коефіцієнт тертя і високу міцність, що дозволяє прогнозувати зменшення тягового опору плуга, обладнаного текроновими поліцями та польовими дошками. Для перевірки цієї гіпотези у Таврійському ДАТУ були проведені спеціальні польові дослідження. Фізичним об'єктом досліджень

був п'ятикорпусний тензометричний плуг, обладнаний комплектом композитних полиць і польових дощок фірми Tekrone. Випробування у господарстві ТОВ «Агро-Давидівка» показало, що таке переобладнання дозволяє зменшити тяговий опір орного агрегату на 13,6%. Також є теорія, що використання композитних матеріалів поліпшує кришіння ґрунту завдяки утворенню автоколювань полиць. Автоколювання можуть утворюватися з-за того, що текрон менш жорсткий за сталь. Але для перевірки треба провести додаткові випробування.

2.3. Методика експериментального дослідження орного МТА

Програма експериментальних досліджень передбачала:

1. Визначення фізико-механічних властивостей ґрунту:
 - вологості ґрунту за довжиною гону;
 - щільності ґрунту на робочій глибині плуга.
2. Експериментальне дослідження впливу композитних полиць і польових дощок на швидкість, тяговий опір та агротехнічні показники оранки ґрунту. Запис реалізації процесів:
 - тяговий опір плуга;
 - швидкість руху агрегату;
 - час проходження залікового гону.
3. Агротехнічна оцінка показників роботи агрегату:
 - глибина оранки;
 - ступінь подрібнення ґрунту.

У даному розділі викладено результати практичної реалізації одного із способів зменшення тягового опору плуга. Суть його полягає у заміні сталених полиць і польових дощок текроновими (рис. 15).

Текрон (Tekrone) – це розроблений у Бельгії композитний матеріал на основі термопласти. Основні фізико-технічні характеристики цього матеріалу у порівнянні зі сталлю, яка застосовується для виготовлення полиць і польових



Рис. 15. Текронові полиця і польові дошки

дощок серійних плугів, наведені у табл. 1.

Першим показником, за яким ці порівнювані матеріали відрізняються досить суттєво, є щільність. У сталі вона щонайменше у 8 разів більша, ніж у текрону. Цілком зрозуміло, що це відповідним чином позначається на показнику нормалізованої твердості, яка у сталі теж вища.

Водночас, як впливає із аналізу даних таблиці 4, за показниками модулів пружності та повзучості, межі текучості і відносної деформації при розтягу, зразки текрону та сталі відрізняються несуттєво.

Розглянуті вище фізико-технічні характеристики текрону в основному можуть репрезентувати довговічність і надійність функціонування виробу із нього.

Таблиця 4

Фізико-технічні характеристики текрону у порівнянні зі сталлю

Показник	Одиниця вимірювання	Значина	
		<i>текрон 22</i>	<i>сталь 60</i>
Щільність	кг/м ³	930	7800
Модуль пружності при розтягу (1 мм/хв)	МПа	720	920
Межа текучості при розтягу (50 мм/хв)	МПа	17	17
Відносна деформація розтягу (50 мм/хв)	%	20	19
Номінальне напруження при розриві (50 мм/хв)	%	> 50	50
Межа міцності	МПа	26.71 (25°C, δ+)	700 (20°C, δ+)
Гранична деформація	%	250.6 (25°C, E)	60 (20°C, E)

Продовження Табл. 4

Твердість нормалізована	—	60 (по Шору)	217 (НВ)
Статичний коефіцієнт тертя		0,20	0,52
Модуль повзучості при розтягу (1 год)	МПа	460	590
Ударне навантаження по Charpy	kJ/m ²	210	240

Для зменшення тягового опору плуга більш важливою є така характеристика текрону, як коефіцієнт тертя. У нового матеріалу значина цього показника щонайменше у 2,6 рази менша, ніж у сталі. А такий факт потенційно вказує на те, що плуг, обладнаний текроновими полицями і польовими дошками замість сталей, може мати менший тяговий опір.

Для визначення впливу матеріалу полиць і польових дошок корпусів плуга на його тяговий опір використовували розроблений у Таврійському ДАТУ на базі серійного знаряддя ПЛН-5-35 тензометричний плуг (рис. 16).



Рис. 16. Тензометричний плуг з текроновими полицями і польовими дошками

Сигнал із тензометричної ланки (рис. 17) плуга потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач (рис. 18), а із нього – у цифровому вигляді – на комп'ютер.



Рис. 17. Тензометрична ланка



Рис. 18. Аналогово-цифровий перетворювач

Для забезпечення точності показань тензометрична ланка перед кожним випробуванням проходить тарування на динамометричному стенді (рис. 19),

який пристосований саме для такої задачі. На ланці створюється зусилля 3кН, потім потенціометром вона калібрується так, щоб такі ж показання були у середовищі програми на ЕОМ.



Рис. 19. Динамометричний стенд

Вказаний тензометричний плуг агрегатували з трактором тягового класу 3 серії ХТЗ-170, обладнаного двигуном ЯМЗ-236 (рис. 20).



Рис. 20. Орний агрегат на основі трактора ХТЗ-170

Орне знаряддя було відрегульоване на глибину оранки 25 см. Трактор з модернізованим плугом в усіх дослідях рухався на одній і тій же передачі.

Під час проведення експериментальних досліджень на полі у п'ятикратній повторності вимірювали вологість і щільність ґрунту. Перший із цих параметрів визначали широковідомим термостатно-ваговим методом. В умовах досліді середня значина вологості ґрунту в шарі 0...25 см становила 22,8%.

Для визначення щільності агротехнічного фону використовували розроблений у Таврійському ДАТУ щільномір (рис. 21). Особливістю цього приладу є те, що його електронні ваги одразу показують щільність ґрунту у г/см^3 .

За результатами вимірювань середня значина щільності ґрунту дослідного поля у шарі 0...25 см дорівнювала $1,21 \text{ г/см}^3$.



Рис. 21. Прилад для вимірювання щільності ґрунту

Під час проведення експериментальних досліджень було встановлено, що у сталених полиць корпусів плуга мало місце їх залипання ґрунтом (рис. 22). Натомість, при застосуванні у тих же самих ґрунтових умовах текронових полиць цього явища практично не було (рис. 23). Із практики використання орних знарядь відомо, що за наявності залипання полиць має місце рух «ґрунт по ґрунту». А це завжди призводить до зростання тягового опору плуга.



Рис. 22. Залипання сталених полиць плуга ґрунтом



Рис. 23. Стан текронових полиць плуга після його виглублення

2.4. Результати дослідження і їх аналіз

За результатами аналізу експериментальних даних встановлено, що застосування текронових полиць і польових дощок замість сталених дозволило зменшити середню значину тягового опору досліджуваного плуга. Так, якщо зі сталеними елементами корпусу орного знаряддя величина цього показника становила 34,5 кН, то з текроновими – 29,8 кН. Отримана різниця між тяговими опорами плуга становить 4,7 кН або 13,6%.

Із довірчою ймовірністю 95% можна стверджувати, що ця різниця між середніми значинами тягових опорів плуга є суттєвою, оскільки вона значно перевищує найменшу істотну (HP_{05}), яка дорівнює лише 0,21 кН.

Дисперсія коливань тягового опору плуга з текроновими елементами становила 6,40 кН². Значина цього статистичного параметру у орного знаряддя із сталеними полицями та польовими дошками була більшою і дорівнювала 8,70 кН². Водночас, за F-критерієм Фішера різниця між цими дисперсіями є несуттєвою. Коефіцієнти варіації коливань тягових опорів для обох варіантів плуга не перевищували 9%.

$$B_p = L - h_{i, \text{M}} \quad (2.3)$$


-

Рис. 25. Прилад для вимірювання глибини обробітку ґрунту
тензометричним плугом:
1 – рухомий штир, 2 – лінійка

Ширина захвату орних агрегатів для обох досліджуваних варіантів була однаковою і у середньому становила $1,76 \pm 0,01$ м.

Для вимірювання глибини оранки ґрунту тензометричним плугом використовували глибиномір (рис. 25).

Дійсна глибина оранки плугом з текроновими елементами змінювалась в межах $24,5 \pm 0,3$ см (табл. 5). При обробі ґрунту цим же орним знаряддям, але обладнаним стальними полицями та польовими дошками, значина даного параметру (тобто тягового опору плуга) становила $23,9 \pm 0,3$ см.

Таблиця 5

Статистичні параметри глибини оранки порівнюваними плугами

Параметр	Позначення	Значина для плуга з полицями і польовими дошками	
		стальними	текроновими
Середня значина	см	23,9	24,5
Похибка середньої значини	см	0,13	0,16
Довірчий інтервал (для довірчої імовірності 95%)	см	$23,9 \pm 0,3$	$24,5 \pm 0,3$
Середнє квадратичне відхилення	\pm см	1,21	1,34
Дисперсія	см ²	1,46	1,80
Коефіцієнт варіації	%	5,1	5,5
Найменша істотна різниця	НІР ₀₅ , см	0,4	

Як бачимо із даних табл. 2, різниця між глибинами оранки становить 0,6 см. Найменша істотна різниця між цими порівнюваними параметрами НІР₀₅ = 0,4 см. З цього випливає, що плуг з текроновими полицями і польовими дошками функціонував хай і не значно, але на більшій глибині оранки.

Водночас, як показали польові випробування, швидкість робочого руху МТА з цим плугом становила 8,1 км/год. У орного агрегату зі стальними елементами корпусів плуга цей показник був на рівні 7,2 км/год. Цілком зрозуміло, що така перевага у швидкісному режимі роботи МТА з текроновими полицями і польовими дошками орного знаряддя обумовлена його меншим, як це показано вище, тяговим опором.

Для визначення швидкості руху (V_p) орного агрегату на ділянці поля відмічали відрізки, довжиною 100 м кожний. При виконанні МТА технологічного процесу секундоміром реєстрували час (t) його проходження залікової ділянки. Шукану значину режиму руху агрегату розраховували при цьому із виразу:

$$V_p = \frac{100}{t}, \text{ км/год} \quad (2.4)$$

У підсумку за практично однакової ширини захвату порівнюваних орних агрегатів (1,76 м) основна (тобто чиста) продуктивність їх роботи була різною: у модернізованого МТА вона була більшою на 12,6% (1,43 га/год проти 1,27 га/год).

Для подальшого аналізу використовували експериментальні польові тягові характеристики трактора серії ХТЗ-170, отримані на агротехнічному фоні «стерня». Саме на ньому здійснювали той цикл випробувань, результати яких викладені у даній статті.

Застосування цих характеристик показало, що за тягового опору плуга 34,5 кН і швидкості робочого руху орного машинно-тракторного агрегату 7,2 км/год погодинні витрати пального трактором становлять 30 л/год. Натомість, за тягового опору плуга 29,8 кН і швидкості робочого руху 8,1 км/год цей показник дорівнює 29,4 л/год.

2.5. Висновки по розділу

За результатами проведеного аналізу різних конструкцій орних агрегатів можна зробити висновок, що загальний підхід до вирішення досліджуваної проблеми щодо забезпечення зменшення тягового опору в основному здійснюється за рахунок застосування примусової вібрації робочих органів, газодинамічного або гідродинамічного впливу на ґрунт. На підставі проведеного аналізу встановлено, що існуючі серійні конструкції плугів і комбінованих агрегатів не повною мірою відповідають сучасним вимогам агротехніки.

Важливою перевагою текронових полиць і польових дощок є те, що для їх

роботи не потрібні зайві енергозатрати, тільки затрати людського часу на переобладнання орного агрегату. Досліди показали суттєве зменшення тягового опору, а саме на 13,6%. На переобладнанні органи менше налипає ґрунт, що також покращує якість обробітку. Окрім цього тракторист не витрачає час на технологічне обслуговування орного МТА на гоні через додаткове очищення знаряддя майже після кожного проходу. На наш погляд агрегат з робочими органами із композитного матеріалу, після проходження на випробуваній ділянці, залишав після себе більш дрібні фракції ґрунту, аніж той, що був обладнаний стальними полицями і польовими дошками. Але для перевірки потрібні додаткові випробування, на яких було б визначено, чи створюються автоколивання на робочій поверхні полиці з текрону, а також кількість різних фракцій ґрунту після проходження агрегату.

Вібраційні плуги хоча і мають деякі переваги, але вони не можуть забезпечити рівномірність ходу по глибині. Відхилення заданої глибини обробітку ґрунту цими робочими органами на 5-10% більше, ніж у робочих органів, на яких не встановлено віброзбуджувачі, а це позначається на якості обробки. Допустиме відхилення глибини обробітку на оранці $\pm 5\%$.

Слід зазначити, що досліді по визначенню впливу вібрації на водія та її наслідків на довговічність і знос шарнірних з'єднань не проведені. В жодній статті по віброплугам не знайдено інформації про те, скільки енергії витрачається на створення коливань, адже може вийти так, що для їх отримання затрачається ресурсів двигуна більше ніж витрачалося б при звичайній оранці. Також не можна не прийняти той факт, що такі конструкції занадто складні для серійного виготовлення, а слідчо – менш надійні за традиційні плуги. А як ми знаємо, надійність агрегатів в с.-г. виробництві дуже важлива властивість об'єкта. Вона є визначальною при виборі знаряддя.

З аналізу робіт в області впливу вібрації на властивості ґрунту можна зробити висновок, що більшість з них носить експериментальний характер і на сьогоднішній день поки відсутня єдина думка про причини зниження міцності ґрунту при дії вібрації.

Розглядаючи конструкції робочих органів, за допомогою яких створюється газодинамічний або гідродинамічний вплив на ґрунт можна зробити висновок, що вони також є недоцільними у використанні в агропромисловій сфері.

Для проходження стиснутого повітря через полиці їх треба робити перфорованими, використовувати інший матеріал для виготовлення, а це буде надто дорого коштувати. Для створення тиску потрібно доповнювати орний агрегат потужним насосом з великим ресивером.

Для гідродинамічного впливу потрібно мати ємність з великим об'ємом та установкою з помпою та трубопроводами. Дозаправка води затрататиме дуже багато часу, що негативно впливає на строки обробітку ґрунту.

Ці варіанти потребують значного ускладнення конструкції і значних енерговитрат на оранці, і тому не має сенсу їх використовувати.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на об'єкті дослідження

Аналізуючи стан охорони праці у ТОВ «Агро-Давидівка» було виявлено кілька порушень:

- допускаються до роботи працівники без проведення вступного, первинного, повторного інструктажів з питань охорони праці;
- у журналах реєстрації інструктажів не вказуються назви або номери інструкцій з охорони праці, за якими проводились інструктажі;
- допуск до стажування (дублювання) не оформлюється наказом, у якому визначається тривалість стажування та вказується прізвище працівника, відповідального за проведення стажування (дублювання);
- на підприємстві не обладнані кабінети з охорони праці.

Дані порушення можуть згубно вплинути на безпеку під час роботи на ділянці, збирання врожаю, отримання продукції належної якості, тому рекомендується розробити план по ліквідації даних порушень.

3.2. Організація охорони праці на підприємстві

У зниженні виробничого травматизму суттєва роль належить також організаційним та соціально-економічним заходам для поліпшення умов праці. Важливе значення мають пропаганда охорони праці і її безпеки, профілактичні дії, у першу чергу ефективне навчання працівників, у т. ч. зріст професійних навичок механізаторів, а також поліпшення роботи служби охорони праці кожного підприємства. Комплексне рішення цих питань дозволить зменшити виробничий травматизм, підняти ефективність використання сільськогосподарської техніки, знизити економічні збитки, зберегти здоров'я і життя працівників, стимулювати їх високу працездатність.

Керівництво і відповідальність за організацію і стан робіт з охорони праці в галузі рослинництва покладається на головного інженера та керуючого підприємством.

Особи, відповідальні за організацію і стан охорони праці, зобов'язані:

- знати і виконувати Положення про організацію роботи з охорони праці, також правила і норми безпеки праці і виробничої санітарії;
- закріплювати машину персонально за кожним механізатором наказом по підприємству (рішенням правління господарства). При тимчасовій передачі машини іншому механізатору оформлювати відповідне письмове розпорядження;
- не допускати переведення працівників на інший вид робіт або на іншу машину без проведення інструктажу з охорони праці, а при необхідності і курсового навчання;
- забороняти використання сільськогосподарських і спеціальних машин, обладнання, інструментів і транспортних засобів в особистих цілях без дозволу адміністрації;
- обладнувати спеціальні майданчики для тимчасового і постійного зберігання тракторів, сільськогосподарських і спеціальних машин і транспортних засобів, що виключають можливість виїзду техніки без дозволу адміністрації;
- призначати старшого на роботах, у яких зайняті дві людини і більше;
- не допускати до управління тракторами, складними сільськогосподарськими і спеціалізованими машинами осіб, які не мають документів на право управління, що не пройшли інструктаж з охорони праці, а також осіб молодше 17 років; випускники середніх загальноосвітніх шкіл, які закінчили курс трудового навчання по професії механізатора і отримали посвідчення на право водіння самохідних сільськогосподарських машин, можуть допускатися до роботи на вказаних машинах до досягнення 17-літнього віку під керівництвом досвідчених механізаторів-наставників;
- як виняток, допускати до обслуговування і роботи на нескладних

сільськогосподарських причіпних та стаціонарних машинах і знаряддях, для управління якими не потрібно мати прав, осіб, не молодших 16 років, які вивчили устрій машини, необхідні регулювання і пройшли інструктаж з охорони праці і протипожежного захисту;

- не допускати до роботи робітників, службовців в нетверезому стані;
- відстороняти від роботи осіб, які порушили вимоги нормативних документів з охорони праці, і допускати їх до роботи тільки після проходження позапланового інструктажу;
- проводити навчання робітників, службовців методам і прийомам надання першої долікарняної допомоги при нещасних випадках;
- виділяти, позначати й обладнувати спеціальні місця для прийняття їжі і

короткочасного відпочинку працівників в полі і на інших ділянках робіт, підтримувати необхідний санітарний стан виробничих ділянок та побутових приміщень;

- не допускати до роботи на машинах і механізмах осіб, у яких спецодяг незаправлений і не застібнутий, а волосся не підібрано під головний убір (кашкет).

Перевезення людей, матеріалів і інших вантажів допускається лише за умови технічно справного автомобіля, правильного оформлення документів на право виїзду.

3.3. Інженерне рішення щодо забезпечення необхідних умов праці

Обслуговуючий персонал машинно-тракторного агрегату повинний бути:

- забезпечений усіма необхідними інструментами та обладнанням для полегшення роботи та налагодження орного агрегату;
- продуктами харчування та водою в достатній кількості, так як роботи можуть проходити у спекотний сезон та на великій відстані від населеного пункту;

Обслуговуючий персонал повинний бути оснащений засобами індивідуального захисту відповідно до ДНАОП 0.00-3.01-98 «Типової норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам сільського та водного господарства»:

- костюм бавовняний з пилонепроникної тканини (міняється кожні 12 місяців);
- навушники протишумові (до зносу).

Персонал, що працює на орному агрегаті, повинний пройти інструктаж з техніки безпеки при технічному обслуговуванні механізмів і інших інструкцій, розроблених у господарстві:

- дозволяється працювати тільки на справному агрегаті;
- перед тим, як рушити з місця, а також перед підняттям і опусканням плуга тракторист повинен подати сигнал;
- під час ремонту або регулювання робочих органів не можна перебувати під плугом, якщо він з'єднаний з трактором;
- не можна під час руху підтягувати болти, регулювати плуг, сидіти на рамі, очищати робочі органи;
- замінюють лемеші тільки тоді коли під польові дужки підкладено міцні колодки;
- не дозволяється круто повертати агрегат поблизу людей і машин;
- під час переїзду залізниці тракторист повинен бути обережним, щоб не зіпсувати настил переїзду, шлагбаум, та інші споруди;
- перед транспортуванням начіпного плуга потрібно затягнути обмежувальні ланцюги навіски і максимально підняти плуг у транспортне положення, укоротивши верхню тягу механізмів навіски;
- регулювання здійснювати на поворотних смугах при вимкненому двигуні трактора;
- очищати робочі органи плуга чистиком. Обережно поводитися з гострими частинами плуга;
- при роботі у нічний час трактор повинен мати справне освітлення;

- при з'єднанні відвалів, стояків корпусів, передплужників, отвори необхідно суміщати за допомогою бородків.

Вимоги щодо безпеки при експлуатації сільськогосподарської техніки (Закон України «Про охорону праці»):

1. Експлуатація сільськогосподарських машин (сільськогосподарських тракторів, їх причепів і змінних причіпних машин, систем складових частин та окремих технічних вузлів) повинна здійснюватися відповідно до ГОСТ 12.2.019-86 «ССБТ. Трактори й машини сільськогосподарські самохідні. Загальні вимоги безпеки».

2. Не дозволяється:

- експлуатація несправних машини та обладнання;
- експлуатація сільськогосподарських тракторів без електростартерного запуску двигуна та з відсутньою або з несправною системою блокування запуску двигуна при включеній передачі.

3.4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

При виконанні оранки є багато небезпек, які можуть статися випадково. Тому особливу увагу необхідно приділяти потенційно небезпечним об'єктам та ситуаціям. Це такі об'єкти та ситуації, робота з якими при порушенні вимог безпеки може призвести до травм або інших тяжких наслідків.

Основними особливо небезпечними об'єктами та ситуаціями на оранці є:

- отруєння вихлопними газами;
- перекидання агрегату;
- травмування внаслідок наїздів;
- травмування при усуненні несправностей;
- зіткнення;
- падіння;
- загоряння агрегату.

Серед природних процесів велику небезпеку для сільського господарства України можуть створювати такі явища, як ерозія, площинний змив ґрунту, вітрювання, зсуви, просідання лесових порід, обвали, заболочування і підтоплення. Внаслідок негативного впливу природних чинників відбуваються зміни в структурі ґрунтового покриву, що особливо характерно для схилів, де через велику розораність сільськогосподарських угідь посилюються ерозійні процеси. У місцях ерозійної діяльності ґрунти є дуже нестійкими і швидко деградують. Ерозія і дефляція (руйнування і розвіювання ґрунтів під дією вітру) вкрай несприятливі для розвитку сільського господарства явища. Гідрометеорологічну небезпеку для сільського господарства створюють сильні дощі, зливи, град, посухи, заморозки. Їх характерною особливістю є досить велика мінливість протягом року та з року в рік. Особливо небезпечними для землеробства є посухи, які за останні десятиліття значно почастишали в Україні. Нині вони є однією з небезпек для розвитку сільського господарства.

Особливим видом гідрометеорологічної небезпеки є повені. Вони можуть спричиняти руйнування засобів виробництва, розчинення хімічних засобів захисту рослин у місцях їх зберігання, забруднюючи таким чином сільськогосподарські угіддя та водні джерела. Повені вимивають родючий шар ґрунту, через них пошкоджуються посіви, руйнується виробнича інфраструктура сільського господарства. В Україні повені виникають у результаті сильних опадів або інтенсивного танення снігу та льоду в басейнах рік. Істотною причиною виникнення повеней є безладна господарська діяльність – вирубування лісів у гірській частині водозборів, несанкціоноване вибирання з русел річок гравійно-піщаної суміші, розорювання берегів до урізу води, невиконання заходів щодо убезпечення населених пунктів, сільськогосподарських угідь, посівів та врожаю від повенево-водної стихії.

З метою запобігання негативному впливу потепління клімату на сільське господарство необхідно коригувати систему управління та стратегічного планування цієї галузі. Для адаптації до нових умов структура, спеціалізація і територіальна організація сільськогосподарського виробництва потребують наукового

обґрунтування. Велике значення має поширення зрошувального і поливного землеробства, особливо в Степу. Збільшення тривалості теплозабезпечення протягом вегетаційного періоду зумовлює необхідність широкого використання на всій території країни пізньостиглих сортів зернових культур, що дозволить висіяти кукурудзу на зерно і вирощувати соняшник пізніх сортів. За незначного потепління ймовірним є збільшення врожаїв сільськогосподарських культур та їх валових зборів, але якщо підвищення температури буде істотним, то можливе пошкодження культур, зростання кількості шкідників і, як наслідок, зниження якості продукції. З урахуванням змін площі й структури посівів сільськогосподарських культур, відповідно, збільшиться кормова база тваринництва, що сприятиме розвитку цієї галузі.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

Технічні нововведення мають визначальний вплив на розвиток економіки і, крім того, впровадження технічних інновацій вимагає інвестування деяких коштів, то важливим є питання оцінки економічної ефективності цих заходів [63].

До груп технічних нововведень, стосовно яких визначаються й оцінюються економічна та інші види ефективності, належать створення, виробництво та використання нових або модернізація (поліпшення експлуатаційних характеристик) існуючих засобів праці (машин, устаткування, будівель, споруд, передавальних пристроїв), предметів праці (сировини, матеріалів, палива, енергії) і споживання (продукції для безпосереднього задоволення потреб населення), технологічних процесів, включаючи винаходи й раціоналізаторські пропозиції.

Єдиним узагальнюючим показником економічної ефективності будь-якої групи технічних нововведень служить економічний ефект, що характеризує абсолютну величину перевищення вартісної оцінки очікуваних (фактичних) результатів над сумарними витратами ресурсів за певний розрахунковий період. Залежно від кола вирішуваних завдань величину економічного ефекту можна і треба обчислювати в одній із двох форм: народногосподарській (загальний ефект за умовами використання нововведень) і внутрішньогосподарський (ефект, одержуваний окремо розробником, виробником і споживачем технічних новин або нововведень).

Народногосподарський економічний ефект визначається через порівнювання результатів від застосування технічних нововведень і всіх витрат на їхню розробку, виробництво і споживання; він відбиває ефективність тієї чи тієї групи технічних нововведень з погляду їхнього впливу на кінцеві показники розвитку економіки країни.

Внутрішньогосподарський (комерційний) економічний ефект, обчислюється на окремих стадіях відтворювального циклу «наука-виробництво-експлуатація (споживання)», дає змогу оцінювати ефективність певних технічних новин

і нововведень з огляду на ринкові економічні інтереси окремих науково-дослідних (проектно-конструкторських) організацій, підприємств-продуцентів і підприємств-споживачів.

Сумарний економічний ефект від реалізації заходів НТП за певний розрахунковий період T (E_T) обчислюється за формулою [63]:

$$E_T = P_T - B_T, \text{ грн.}, \quad (4.1)$$

де P_T – вартісна оцінка результатів від здійснення заходів НТП за розрахунковий період, грн.;

B_T – вартісна оцінка витрат на здійснення заходів НТП за цей же період, грн.

Такий спосіб визначення економічного ефекту є однаковим як при обчисленні народногосподарського, так і комерційного ефекту від впровадження заходів науково-технічного прогресу.

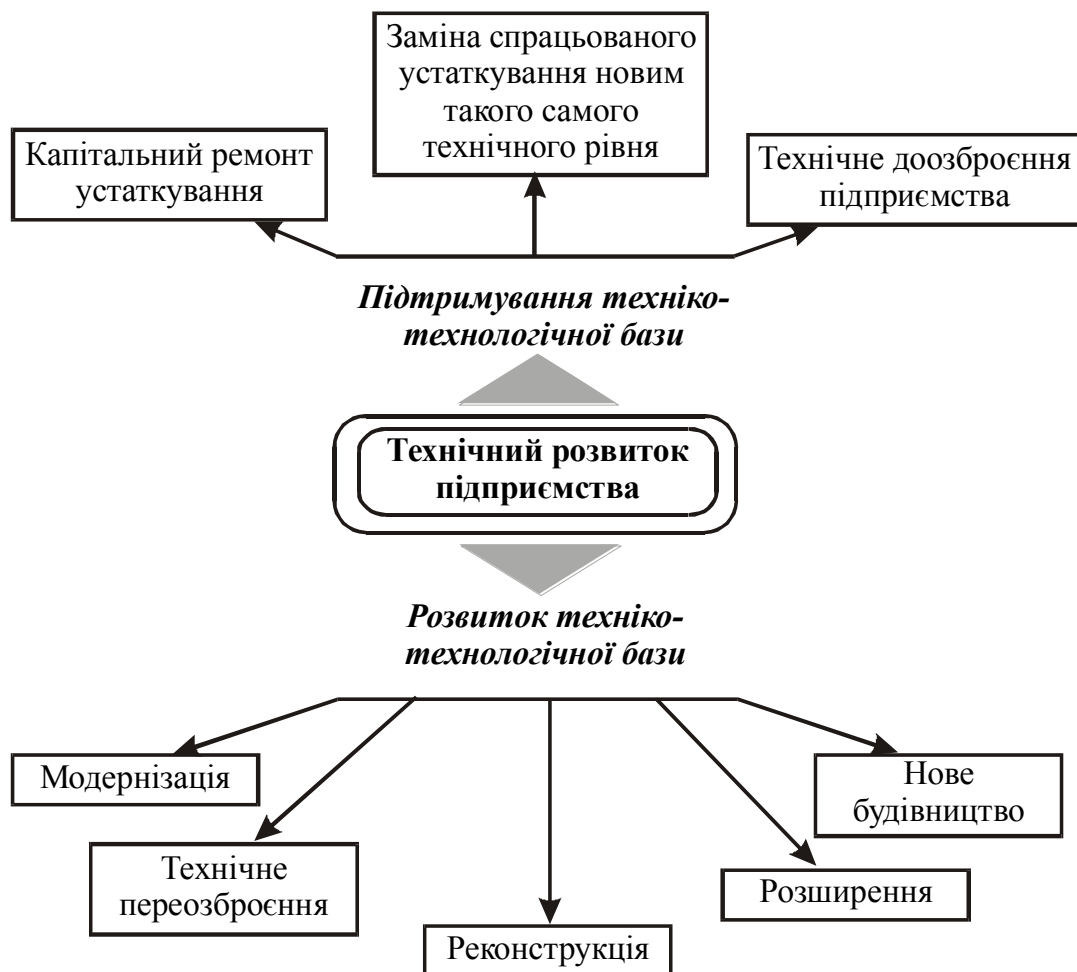


Рис. 26. Показники технічного розвитку підприємства

Технічний розвиток (рис. 27) відображає процес формування та вдосконалення техніко-технологічної бази підприємства, що має бути постійно зорієнтованим на кінцеві результати його виробничо-господарської, комерційної чи іншої діяльності.

Для розрахунку економічної ефективності від застосування системи проведемо порівняння основних показників на прикладі серійного плуга ПЛН-5-35.

Продуктивність орного агрегату на механізованих польових роботах за 1 годину часу W_r розраховується за формулою [12]:

$$W_r = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/год} \quad (4.2)$$

де B_p – робоча ширина захвату машини, м;

V_p - робоча швидкість машини (агрегату), км/год;

τ - коефіцієнт використання часу зміни. Приймаємо 1,0.

Швидкість агрегату базової конструкції: $V_{p1} = 7,2$ км/год

Швидкість агрегату в переобладнаному варіанті: $V_{p2} = 8,1$ км/год

Тоді:

$$W_{r1} = 0,1 \cdot 1,76 \cdot 7,2 \cdot 1,0 = 1,27 \text{ га/год}$$

$$W_{r2} = 0,1 \cdot 1,76 \cdot 8,1 \cdot 1,0 = 1,43 \text{ га/год}$$

Річний (сезонний) обсяг роботи W_p обчислюється за формулою [12]:

$$W_p = W_r \cdot T_p \quad (4.3)$$

де T_p – річний (сезонний) наробіток агрегату, год. $T_p = 200$ год.

$$W_{p1} = 1,27 \cdot 200 = 254 \text{ га}$$

$$W_{p2} = 1,43 \cdot 200 = 286 \text{ га}$$

Прямі витрати праці t_n в розрахунку на одиницю роботи машини (агрегату) визначаються за формулою [12]:

$$t_n = \frac{L}{W_r}, \text{ людино-год} \quad (4.4)$$

L - кількість працівників, які обслуговують машину (агрегат), люд. $L = 1$

Тоді:

$$t_{n1} = \frac{1}{1,27} = 0,79 \text{ людино-год}$$

$$t_{п2} = \frac{1}{1,43} = 0,7 \text{ людино-год}$$

Економія витрат праці (людино-год) розраховується за формулою [12]:

$$E_{п} = (t_{п1} - t_{п2}) \cdot W_{p1}, \text{ год} \quad (4.5)$$

$$E_{п} = (0,79 - 0,7) \cdot 286 = 25,7 \text{ год}$$

Зростання продуктивності праці розраховується за формулою [12]:

$$З_{пп} = \left(\frac{t_{п1}}{t_{п2}} - 1 \right) \cdot 100 \quad (4.6)$$

$$З_{пп} = \left(\frac{0,79}{0,7} - 1 \right) \cdot 100 = 12,86\%$$

Скориставшись тяговою характеристикою трактора Т-150К на стерні з додатку В, зіставляємо такі відомі дані, як тяговий опір і швидкість агрегату – можемо визначити витрати палива для першого і для другого варіанта.

Із цього випливає, що за розрахунковими даними застосування текронових полиць і польових дощок корпусів плуга за 1 год роботи орного машинно-тракторного агрегату дозволяє зекономити $30 - 29,4 = 0,6$ л дизельного пального. За річний агротехнічний строк виконання орним агрегатом оранки 200 год (20 днів по 10 год щоденної роботи) застосування модернізованого МТА економія пального становитиме $200 \cdot 0,6 = 120$ л. За вартості 1 л такого пального на рівні 30 грн вказаний ефект буде дорівнювати 3,6 тис. грн.

Для оцінки рівня отриманого результату проведемо наступний аналіз. Різниця між продуктивностями основної роботи розглядуваних ґрунтообробних агрегатів дорівнює $1,43 - 1,27 = 0,16$ га/год. Практично це означає, що за річний агротехнічний строк оранки 200 год модернізованим орним агрегатом можна обробити ріллі на 32 га більше, ніж серійним МТА. Так як за цей час економиться 120 л дизельного пального, то сезонна питома його економія від застосування плуга з текроновими полицями і польовими дошками становитиме $120 \text{ л} : 32 \text{ га} = 3,75 \text{ л/га}$.

Комплект із п'яти текронових полиць і такої ж кількості польових дощок коштує приблизно на 6,75 тис. грн дорожче, ніж аналогічний набір сталених деталей корпусів плуга.

Таблиця 6

Показники економічної ефективності

Показник	Од. виміру	Варіант		Зміна показника
		Базовий	Новий	
Вартість системи	тис. грн.	2,75	9,5	+6,75
Продуктивність агрегату	га/год	7,2	8,1	+0,9
Витрати пального	л/год	30	29,4	-0,6
Річний економічний ефект	тис. грн.	—	3,6	—
Термін окупності	сезон	—	2	—

З урахуванням вказаного вище ефекту від заощадження витрат пального модернізованим МТА (3,6 тис. грн) текронові елементи орного знаряддя (тобто полиці і польові дошки) можуть повністю окупитися у межах двох орних сезонів.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У дипломній роботі вирішена задача зменшення питомих витрат пального та підвищення техніко-економічних показників роботи орного МТА шляхом переобладнання металевих елементів робочих органів плуга (полиць та польових дошок) на текронові. На основі проведених досліджень зроблені такі основні висновки і пропозиції.

1. Оранка і досі залишається необхідною складовою системи обробітку ґрунту, а тому потребує постійного удосконалення конструкції і матеріалів, з яких виготовляється орне знаряддя.
2. В результаті теоретичних досліджень встановлено, що за допомогою композитного матеріалу текрон, з якого виготовлені полиці та польові дошки плуга, можна добитися зменшення його тягового опору, а у підсумку - підвищення техніко-експлуатаційних показників орного агрегату.
3. За результатами експериментальних лабораторно-польових досліджень застосування плуга з текроновими елементами (полицями і польовими дошками) замість сталених забезпечило зменшення тягового опору орного знаряддя на 13,6 %.
4. У порівнянні з орним агрегатом, полиці і польові дошки якого були виготовлені зі сталі, використання нового МТА на основі одного і того ж енергетичного засобу дозволяє збільшити продуктивність праці на 12,86% і досягти економії 3,75 л пального на кожному гектарі оброблюваної площі.
5. Аналіз показав, що застосування плуга з текроновими полицями і польовими дошками є професійно безпечним. Його експлуатування у польових умовах і не створює будь-яких додаткових перешкод або ускладнень.
6. Розроблення остаточних рекомендацій щодо подальшого використання текронових елементів плуга потребують проведення додаткових досліджень у напрямку з'ясування питання довговічності їх використання в умовах реальної експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бердюгина О.В. Методические указания к лабораторной работе «Устройство и регулировки плугов» [Электронный ресурс] / Ольга Васильевна Бердюгина. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://gigabaza.ru/doc/172005-pall.html>.
2. Бондаренко Н.Г. Експлуатація МТП. К. Вища школа, 1984. – 198 с.
3. Будько Ю.В. Експлуатація МТП. Минск, Урожай. – 1991. – 286 с.
4. Булгаков В. М. Агрегування плугів : монографія / В. М. Булгаков, В. І. Кравчук, В. Т. Надикто. – К. : Аграрна наука, 2008. – 152 с.
5. Бурмин И.М. Исследование оптимальных режимов вибрации почвоуглубителей / И.М. Бурмин. Состояние и перспективы развития почвообрабатывающих машин, фрез и культиваторов: материалы НТС ВИСХОМ. Вып. 25. М., 1968.
6. Быховский И.И. Основы теории вибрационной техники / И. И. Быховский. – М.: Машиностроение, 1969. – 363 с.
7. Василенко В.В. Влияние вибраций на угол трения почвы по рабочему органу / В.В. Василенко, С. В. Василенко, Д. Н. Афоничев, Д. В. Стуров. // Лесотехнический журнал. – 2013. – №3. – С. 123–126.
8. Верстюк Т. І. Безпека праці при виконанні оранки [Електронний ресурс] / Т. І. Верстюк // Красноградський професійний ліцей. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://www2016.kpl28.org.ua/index.php/pro-litsei-2/okhorona-pratsi-2/476-bezpeka-pratsi-pry-vykonanni-oranky>.
9. Виноградов В.И. Сопротивление рабочих органов лемешного плуга и методы снижения энергоемкости пахоты // Автореферат дисс. докт. техн. наук. – М., 1969.
10. Виноградов В.И., Семенов Г.А. Исследование динамической прочности почвы // МЭСХ, № 6, 1968.
11. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини / Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко. – Київ: Вища освіта, 2004. – 544 с.

12. Гарькавий А.Д. Експлуатація техніки та обладнання в рослинництві / А.Д. Гарькавий, Д.Г. Кондратюк, О.В. Холодюк // Вінницький державний аграрний університет. – 2005.
13. Горячкин В.П. Теория плуга : основания для систематического расчета плугов / Акционерное "промиздат" общество, 1927. – 214.
14. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Т. 2 / В.П. Горячкин // М.: Колос, 1968. – 480 с.
15. Дослідження загального штучного освітлення робочих місць [Електронний ресурс] // Лабораторна робота № 4. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/OP_lap_pr_ks_pe/80.html.
16. Дроздов С.Н. Использование вибрации в почвообрабатывающих машинах/ С.Н. Дроздов // Известия ОГАУ. – 2011. - №4. - с. 94-96.
17. Дроздов С.Н. Обоснование конструктивно–режимных параметров вибро-возбудителя комбинированного почвообрабатывающего орудия: дисс. канд. тех. наук: 05.20.01 / Дроздов Сергей Николаевич. – Оренбург, 2014. – 180 с.
18. Дроздов С.Н. Роль вынужденных гармонических колебаний в совершенствовании современных почвообрабатывающих машин / С.Н. Дроздов, Д.П. Юхин // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК. Выпуск № 9. Материалы международной научно-технической конференции. – Оренбург, 2009. – С. 116-119.
19. Дроздов С.Н. Использование вынужденных колебаний для снижения тягового сопротивления почвообрабатывающих машин / С.Н. Дроздов, И.З. Аширов, А.А. Сорокин, О.Я. Набокина // Известия ОГАУ. – 2013. - №1. – С. 46-48.
20. Дубровский А.А. Вибрационная техника в сельском хозяйстве / А.А. Дубровский. – М.: Машиностроение. – 1968.
21. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Жидецький. – Львів: Афіша, 2004. – 349 с.

22. Енергетичні ресурси підприємства [Електронний ресурс] // Економіка і підприємництво, менеджмент. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/80391/ekonomika/energetichni_resursi_pidpriyemstva.
23. Енергетичні ресурси підприємств [Електронний ресурс] // Економіка підприємств. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: https://pidruchniki.com/1209081036235/ekonomika/energetichni_resursi_pidpriyemstv.
24. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві [Текст] : навч. посібник для студ. вузів інж. спец. / За ред. В.Ю. Ільченка. - К. : Урожай, 1993. – 288 с.
25. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в землеробстві. К. Вища школа 1993. – 384 с.
26. Інструкція з вимог безпеки при роботі з ґрунтообробною технікою [Електронний ресурс] // Охрана труда. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/prikladi-nstrukcj-z-ohoroni-prac-ukranskoju/5007-nstrukcja-z-vimog-bezpeki-pri-robot-z-runtoobrobnoju-tehnkoju.html>.
27. Іофінов С.О. Експлуатація МТП / Иофинов С.О., Лышко Г.П. // М. Колос, 1984. – 351с.
28. Іофінов С.О. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
29. Кістечок О. Д. Обґрунтування схеми та параметрів орного агрегату з переднім і заднім навісними плугами : дис. канд. техн. наук : 05.05.11 / Кістечок О. Д. – Мелітополь, 2017. – 144 с.
30. Клімат Інвест [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://climatinvest.net/p34531058-osevoj-ventilyator-vents.html>.
31. Константинов М.М. Обоснование параметров вибрационных почвообрабатывающих машин / М.М. Константинов, С.Н. Дроздов, Д.П. Юхин // Известия ОГАУ. – 2012. - №5. - С. 77-80.

32. Константинов М.М. Снижение тягового сопротивления комбинированных широкозахватных машин / М.М. Константинов, С.Н. Дроздов // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. - №6. – С. 34-36.
33. Кузнецов Ю.И. Исследование сил, действующих на пахотный агрегат при несимметричной крюковой нагрузке / Ю.И. Кузнецов // Труды ВИМ, т.46. – М., 1970.
34. Кузнецов Ю.И. Теоретические предпосылки равновесия МТА с несимметричной крюковой нагрузкой в горизонтальной плоскости / Ю.И. Кузнецов // Труды ВИМ, т. 82. – М., 1978.
35. Корольов В.М. Рациональное агрегатирование трактора Т-150К с плугом / В.М. Королев, В.И. Разоренов // Техника в сельском хозяйстве, 1986, №2. – С. 44-45.
36. Кочев В.И. Рациональное агрегатирование плугов с колесными энергетическими средствами /В.И. Кочев, В.Т. Надыкто // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – К.: Урожай, 1988, №68. – С.16-22.
37. Ловейкін В.С., Дяченко Л.А. Методика експериментально дослідження параметрів віброплуга з гідравлічними вібраторами / Вісник ХНАДУ, вип. 57. – 2012.
38. Матеріально-технічна база сільського господарства [Електронний ресурс] // Економіка і підприємництво, менеджмент. – 2012. – Режим доступу до ресурсу:https://pidruchniki.com/80390/ekonomika/materialno-tehnicna_baza_silskogo_gospodarstva.
39. Малюгін Т. Т. Тяговий опір плугів [Електронний ресурс] / Т. Т. Малюгін, І. М. Зима // Механізація лісогосподарських робіт. – 2006. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/5259028/page:50/>.
40. Миндель Е.М. Исследование тягово-сцепных свойств колесного трактора класса 3 т / Е.М. Миндель, Ф.П. Кальянов // Тракторы и сельхозмашины, 1964, №3. – С. 7-9.

41. Надикто В.Т. Обоснование схемы и параметров пахотного агрегата на основе трактора тягово-энергетической концепции: Автореф. дис. . . канд. техн. наук. – Москва, 1989. – 20 с.
42. Надикто В. Т. Модульний енергетичний засіб тягового класу 1,4-3, 3-5 [Електронний ресурс] / В. Т. Надикто // Розробки кафедри "Машиновикористання в землеробстві". – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.tsatu.edu.ua/mvz/naukova-dijalnist/rozrobky-kafedry/>.
43. Надикто В.Т. Енергонасиченість тракторів та шляхи її реалізації // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 9.
44. Надикто В.Т. Роль енергонасыщенности тракторов в формировании их типажа // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 3.
45. Надикто В.Т. Основы агрегатирования модульных энергетических средств. – Мелитополь: КП «ММД», 2003. – 240 с.
46. Надикто В.Т. Снижение энергозатрат пахотными МТА на основе МЭС / В.Т. Надыкто / Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1996. – №10. – С. 8-11.
47. Надикто В.Т. Дослідження машино-тракторного агрегату, працюючого за схемою «push-pull» / В.Т. Надикто, О.Д. Кістечок // Житомирський національний агроекологічний університет. – 2016. – С. 49–53.
48. Надикто В. Т. Теоретичне та експериментальне дослідження показників роботи орного агрегату, працюючого за схемою «push-pull» / В. Т. Надикто, О. Д. Кістечок. // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів. – 2016. – №10. – С. 43–47.
49. Надикто В.Т. Study of a push-pull plough combination / V. Nadykto, V. Kiurchev, H. Beloev, A. Kistechok. // Journal of agriculture and environment. – 2017. – С. 4–8.
50. Надикто В.Т. Текроновий плуг / В.Т. Надикто, А.М. Аюбов, О.В. Сушко, М.А. Тиховод // The Ukrainian Farmer. – 2019. – №1. – С. 118–120.

51. Павлюк А. С. Методы снижения тягового сопротивления почвообрабатывающих машин / А. С. Павлюк, Д. В. Сотников // Ползуновский вестник. – 2014. – №4. – С. 8–13.
52. Патент України на корисну модель UA 57793 U, A01B 63/111. Вібраційний плуг / В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, Л.А. Дяченко. – № u201010563; заявл. 31.08.2010; опубл. 10.03.2011. – Бюл. № 5, 2011.
53. Патент України на корисну модель UA 106663 U, A01B 11/00, A01B 13/00. Вібраційний плуг / В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, Л.А. Дяченко. – № а 2013 14867; заявл. 18.12.2013; опубл. 10.05.2016. – Бюл. № 9, 2016.
54. Патент України на корисну модель UA 63591 U, A01B 11/00. Вібраційний плуг / В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, Л.А. Дяченко. – № u201103841; заявл. 30.03.2011; опубл. 10.10.2011. – Бюл. № 19, 2011.
55. Патент України на корисну модель UA 55371 U, A01B 63/111. Віброплуг / В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, Л.А. Дяченко. – № u201007268; заявл. 11.06.2010; опубл. 10.12.2010. – Бюл. № 23, 2010.
56. Патент України на корисну модель UA)31573 U, A01B 17/00. Плуг з вібраційною підвіскою / В.С. Ловейкін, О.С. Криворучко, І.А. Пушкар. – № u200714675; заявл. 25.12.2007; опубл. 10.04.2008. – Бюл. № 7, 2008.
57. Пат. 2478270 Российская Федерация. МПК A01B 11/00, A01B 3/36. Навесной вибрирующий плуг / Василенко В.В., Василенко С.В., Мухин А.А.; заявл.: 13.10.2011; опубл.: 10.04.2013, Бюл. № 10.
58. Пат. 2369057 Российская Федерация. МПК A01B 11/00. Почвообрабатывающее орудие / Трубилин Е.И., Трубилин А.В., Сидоренко С.М., Коновалов В.И.; заявл.: 04.05.2008; опубл.: 10.10.2009, Бюл. № 28.
59. Пат. 2084091 Российская Федерация. МПК A01B 11/00, A01B13/00. Навесной тракторный плуг / Лемешко В.И., Пропанов Р.А.; заявл.: 14.03.1995; опубл.: 20.07.1997, Бюл. № 28.
60. Полицевий обробіток ґрунту [Електронний ресурс] // Землеробство. – 2013. – Режим доступу до ресурсу:
https://pidruchniki.com/15781013/geografiya/politseviy_obrobitok_gruntu.

61. Робочі частини лемішно-полицевого корпусу плуга [Електронний ресурс] // Студопедія. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://studopedia.su/14_79312_robochi-chastini-lemishno-politsevogo-korpusa-pluga.html.
62. Родичев В.О. Справочник сельского механизатора / В.А. Родичев, Б.И. Пейсахович, В.А. Токарев. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 336 с.
63. Рогач С.М., Гуцул Т.А., Ткачук В.А. та ін. Економіка і підприємництво, менеджмент / Видавничий центр НУБіП України, 2015. – 726 с.
64. Сакун В.А. Современный этап и пути дальнейшего развития пахотных агрегатов / В.А. Сакун, Я.П. Лобачевский, О.А. Сизов // Техника в сельском хозяйстве, 1991, №3.
65. Синееков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синееков. – М.: Машиностроение, 1965. – 312 с.
66. Техніка безпеки при роботі на сільськогосподарських машинах [Електронний ресурс] // Будівельна техніка (довідник). – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://budtehnika.pp.ua/6395-tehnka-bezpeki-pri-robot-na-slskogospodarskih-mashinah.html>.
67. Третьяков О. И. К вопросу классификации вибрационных механизмов лесных почвообрабатывающих орудий / А. И. Третьяков. // Лесотехнический журнал. – 2012. – №1. – С. 76–80.
68. Фомин В.И., Чебан А.И. Газостатическая смазка рабочих органов почвообрабатывающих машин // Сб. «Конструирование с.-х. машин». – Ростов-на-Дону, 1969.
69. Цветников В.И. Исследование влияния вынужденной вибрации плуга на расход мощности при вспашке: автореф. дис. ... канд. техн. наук : Цветников Владимир Иванович. – Л., 1953. – 22 с.

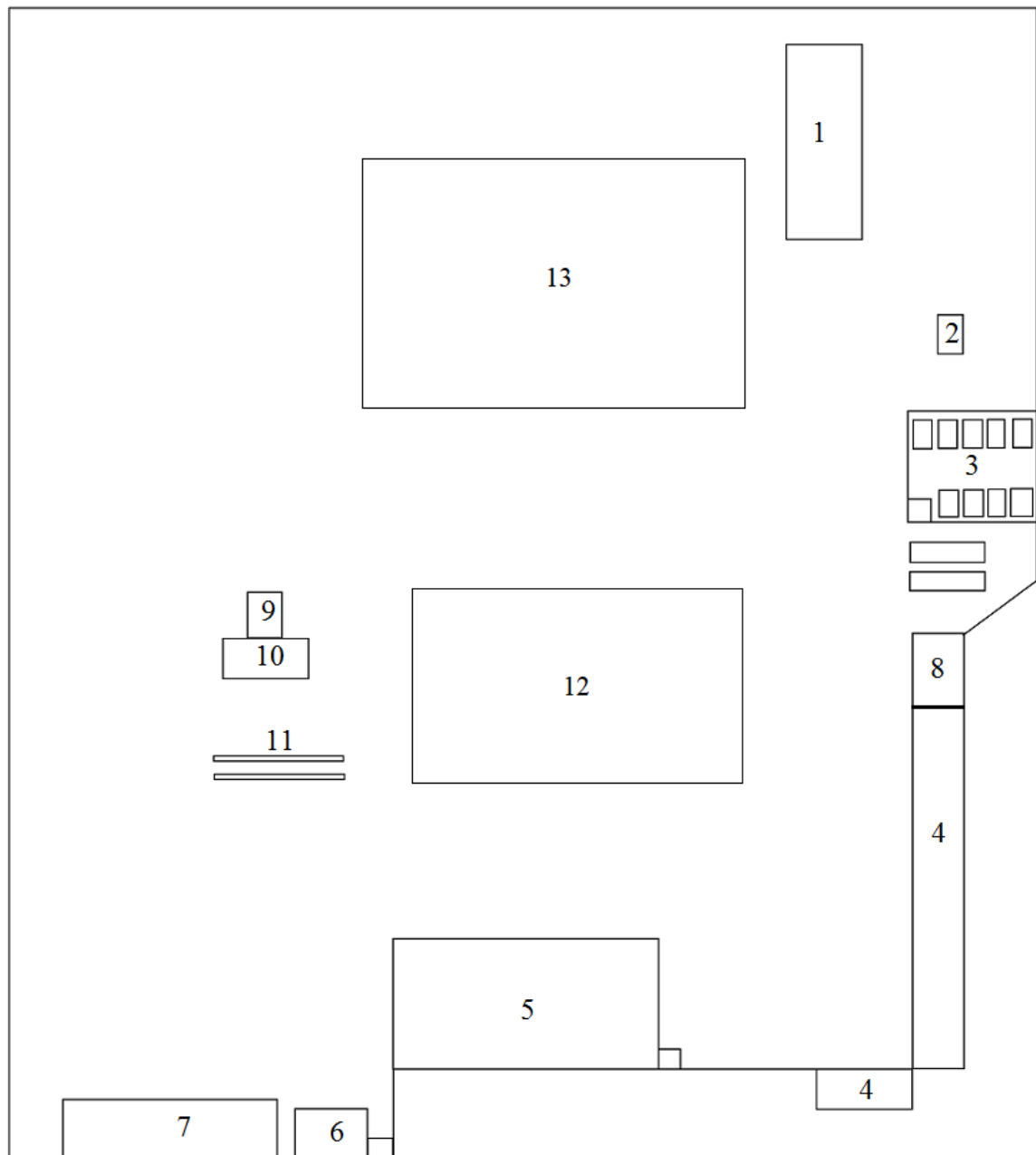
ДОДАТКИ

Додаток А

Діючий парк машин ТОВ «Агро-Давидівка»	
Найменування	Потужність двигуна, к.с. (кВт)
Трактори	
Трактор John Deere 6135 B	135 (99)
Трактор Massey Ferguson 8690	340 (250)
Трактор John Deere 6125 M	125 (92)
Трактор Беларус-892 (2шт)	88 (65)
Трактор ХТА-200-10 «Слобожанець» (2шт)	210 (154)
Трактор ХТЗ-170	180 (132)
Трактор Беларус-920	81 (60)
Трактор МТЗ-80 (2шт)	80 (59)
Трактор Т-150К	170 (125)
Екскатор-навантажувач JCB 3CX	85 (63)
Навантажувач TCM FD 25C3	63 (46)
Протруювач самохідний Hagie STS-12	275 (202)
Комбайни	
Комбайн John Deere T660	371 (273)
Комбайн КЗС-9-1 «Славутич»	235 (173)
Комбайн New Holland CX8.80	400 (294)
Автомобілі	
Автомобіль ГАЗ-53 (4шт)	120 (88)
Автомобіль КамАЗ-5410	210 (154)
Автомобіль ЗИЛ-130	150 (110)
Тягач DAF XF 105.460	460 (339)
Всього:	4516 (3323)

Додаток Б

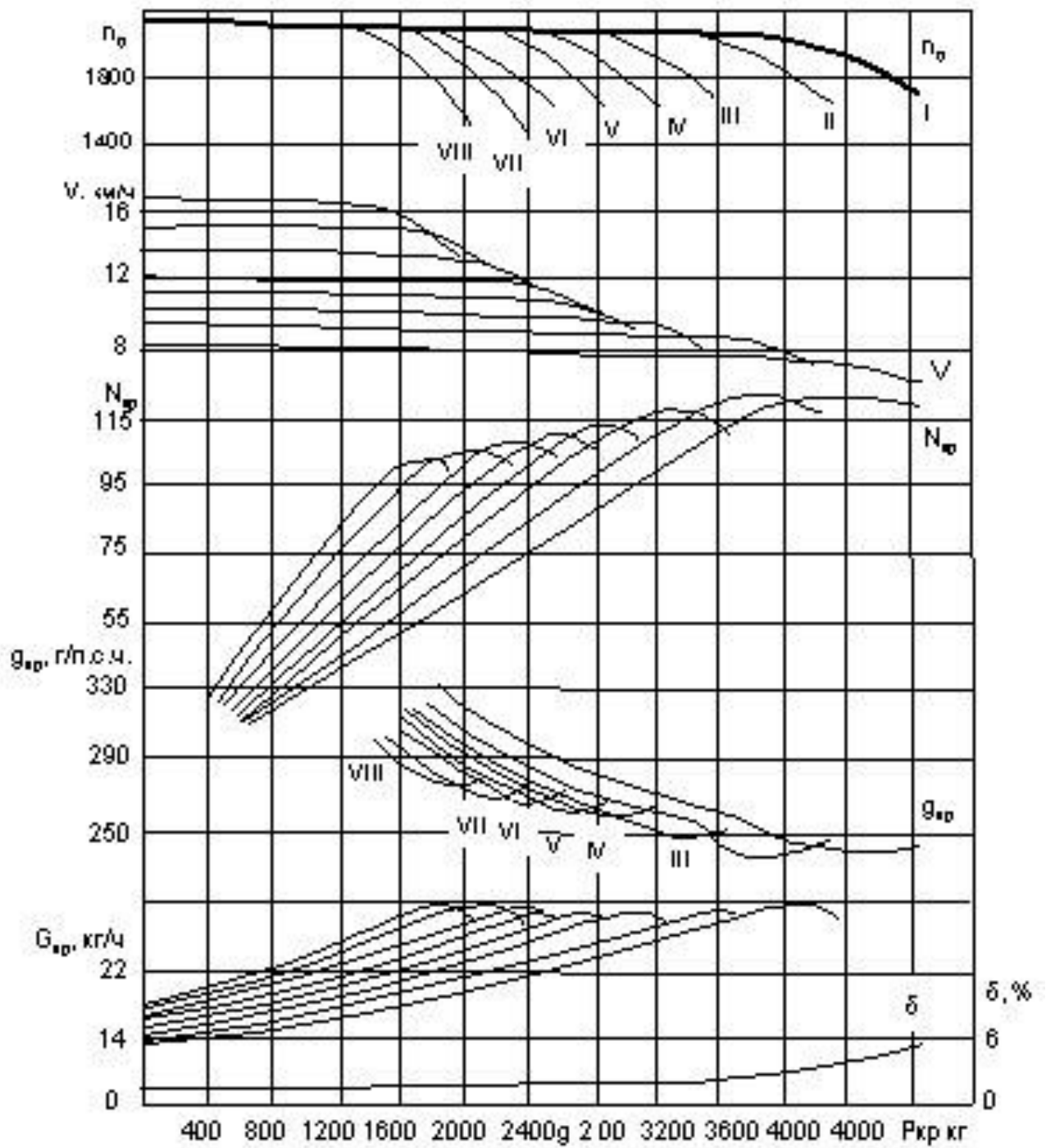
План машинного двору господарства



- 1,7 – Ангар
- 2 – Склад ГСМ
- 3 – Цистерни
- 4 – Гараж для автомобілів
- 5 – ЦРМ
- 6 – Зварювальна
- 8,9 – Склад запчастин
- 10 – Хатка механізатора
- 11 – Естакада
- 12 – Стоянка с.-г. машин
- 13 – Стоянка с.-г. знарядь

Додаток В

Тягова характеристика Т-150К на стерні



Додаток Г

Стаття в журналі The Ukrainian Farmer

THE UKRAINIAN[®] FARMER

Журнал | щомісячник

AGROTIMES.NET

№1 (109) | січень 2019 року

ПЕРЕДПЛАТНИЙ ІНДЕКС
98977

ЖИВИЙ АЗОТ



Сорго
на Поліссі



Тектоновий
плуг



Коли
свиня —
друг

Текроновий плуг

Науковці провели випробування плуга з полицями й польовими дошками, виготовленими з композитного матеріалу на основі термопласту

**ВОЛОДИМИР НАДИКТО, член-кореспондент НААН України
Таврійський державний агротехнологічний університет**

Співавтори: Абдулмелік Аюбов, Ольга Сушко, кандидати техн. наук, Микола Тиховод

Одним із найбільш застосовуваних способів основного обробітку ґрунту й нині є полицевий, який заведено називати оранкою. На практиці, як відомо, її здійснюють плугами. Незважаючи на широку номенклатуру марок, принципів змін конструкції цих ґрунтообробних знарядь дуже мало. А з тих, що відбулися, більшість спрямована на зменшення тягового опору плугів, оскільки оранка й нині є найбільш енергоємною технологічною операцією обробітку ґрунту.

У цій статті викладено результати практичної реалізації одного зі способів зменшення тягового опору плуга. Суть його полягає в заміні сталевих полиць і польових дошок на текронові (фото 1).

Текрон — це розроблений у Бельгії композитний матеріал на основі термопласту. Основні фізико-технічні характеристики цього матеріалу, порівнюючи зі сталлю, яка застосовується для виготовлення полиць і польових дошок серійних плугів, наведено в табл. 1.

Першим показником, за яким ці порівнювані матеріали досить суттєво відрізняються, є щільність. У сталі вона щонайменше у 8 разів більша, ніж у текрону. Цілком зрозуміло, що це відповідним чином позначається на показнику нормалізованої твердості, яка в сталі теж вища. Водночас, як випливає з аналізу даних табл. 1, за показниками модулів пружності й повзучості межі текучості й відносної деформації за розтягуванням зразки текрону та сталі відрізняються несуттєво. Розглянуті вище фізико-технічні характеристики текрону в основному можуть репрезентувати довговічність і надійність функціонування виробу з нього.

Для зменшення тягового опору плуга важливішою є така характеристика текрону, як коефіцієнт тертя. У нового матеріалу значення цього показника щонайменше у 2,6 раза менше, ніж у сталі. А це потенційно вказує на те, що плуг, обладнаний текроновими полицями й польовими дошками

ми замість сталевих, може мати менший тяговий опір.

Для визначення впливу матеріалу полиць і польових дошок корпусів плуга на його тяговий опір використовували тензометричний плуг, розроблений у Таврійському ДАТУ на базі серійного знаряддя ПЛН-5-35 (фото 2).

Сигнал із тензометричної ланки плуга потрапляв на аналогово-цифровий перетворювач, а з нього — у цифровому вигляді — на комп'ютер. Цей тензометричний плуг агрегатували з трактором тягового класу 3-ї серії ХТЗ-170, обладнаного двигуном ЯМЗ-236 (фото 3).

Орне знаряддя було відрегульоване на глибину оранки 25 см. Трактор із модернізованим плугом в усіх дослідних рухах на одній і тій самій передачі. Під час проведення експериментальних досліджень на полі в п'ятиразовій повторності вимірювали вологість і щільність ґрунту. Перший із цих параметрів визначали широко відомим термостатно-ваговим методом. В умовах дослідів середнє значення вологості ґрунту в шарі 0–25 см становило 22,8%.

Для визначення щільності агротехнічного фону використовували розроблений у Таврійському ДАТУ щільномір. Особливістю цього приладу є те, що його електронні ваги відразу показують щільність ґрунту у г/см³. За результатами вимірювань середнє значення щільності ґрунту дослідного поля в шарі 0–25 см дорівнювало 1,21 г/см³.



Фото 1. Текронові полиця й польові дошки

Під час проведення експериментальних досліджень було встановлено, що на сталевих полицях наливав ґрунт (фото 4). Тоді як під час застосування в тих самих ґрунтових умовах текронових полиць цього практично не було (фото 5). З практики застосування орних знарядь відомо, що за налипання відбувається рух «ґрунт по ґрунту», а це завжди призводить до зростання тягового опору плуга.

За результатами аналізу експериментальних даних встановлено, що застосування текронових полиць і польових дощок замість сталевих дозволило зменшити середнє значення тягового опору досліджуваного плуга. Так, якщо зі сталевими елементами корпусу орного знаряддя величина цього показника становила 34,5 кН, то з текроновими – 29,8 кН. Отримана різниця між тяговими опорами плуга становить 4,7 кН, або 13,6%. З довірчою ймовірністю 95% можна стверджувати, що ця різниця між середніми значеннями тягових опорів плуга є суттєвою, бо вона значно перевищує найменшу істотну ($HIP_{0.05}$), яка дорівнює тільки 0,21 кН.

Таблиця 1. Фізико-технічні характеристики текрону, порівнюючи зі сталлю

Показник	Значення	
	текрон 22	сталь 60
Щільність, кг/м ³	930	7800
Модуль пружності під час розтягу (1 мм/хв), МПа	720	920
Межа текучості під час розтягу (50 мм/хв), МПа	17	17
Відносна деформація розтягу (50 мм/хв), %	20	19
Номинальне напруження при розриві (50 мм/хв), %	>	50
Межа міцності, МПа	26,71 (25 °С, δ+)	700 (20 °С, δ+)
Гранична деформація, %	250,6 (25 °С, Е)	60 (20 °С, Е)
Твердість нормалізована	60 (за Шором)	217 (НВ)
Статичний коефіцієнт тертя	0,20	0,52
Модуль повзучості під час розтягу (1 год), МПа	460	590
Ударне навантаження за Charpy, кДж/м ²	210	240

Дисперсія коливань тягового опору плуга з текроновими елементами становила 6,40 кН². Значення цього статистичного параметра в орного знаряддя зі сталевими полицями та польовими дошками була більшою й дорівнювала 8,70 кН². Водночас, за F-критерієм Фішера різниця між цими дисперсіями є несуттєвою. Коефіцієнти варіації коливань тягових опорів для обох варіантів плуга не перевищували 9%.

Ширина захвату орних агрегатів для обох досліджуваних варіантів була однаковою і в середньому становила 1,76±0,01 м. Реальна глибина оранки плугом із текроновими елементами змінювалася в межах 24,5±0,3 см (табл. 2). За обробітку ґрунту цим самим орним знаряддям, але обладнаним сталевими полицями й польовими дошками, значення цього параметра становило 23,9±0,3 см.

ВАШ РЕЙС ВАША КОМАНДА



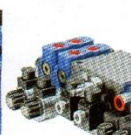
www.bondioli-pavesi.com

Повна гама компонентів для передачі потужності.
Понад 50 років співробітництва з основними виробниками
сільськогосподарської техніки і навісного обладнання.

Професіонали трансмісій



**BONDIOLI
& PAVESI**



ТОВ "Бондіолі і Павезі Україна"
вул. Грушевського 134б,
СМТ Великі Бірки,
Тернопільський р-н, Тернопільська обл.
47740, Україна

Тел. : (0352) 49-21-25
(0352) 49-28-80
www.bondioli-pavesi.com
kucher@bypy.com.ua

+38 (050) 437 04 05 - Центр
+38 (050) 372 85 25 - Схід, Південь
+38 (050) 377 07 31 - Захід



Фото 2. Тензометричний плуг із текроновими полицями й польовими дошками



Фото 3. Орний агрегат на основі трактора ХТЗ-170

Таблиця 2. Статистичні параметри глибини оранки порівнюваними плугами

Параметр	Значення для плуга з полицями й польовими дошками	
	сталевими	текроновими
Середнє значення, см	23,9	24,5
Похибка середнього значення, см	0,13	0,16
Довірчий інтервал (для довірчої імовірності 95%), см	23,9 ± 0,3	24,5 ± 0,3
Середнє квадратичне відхилення, ± см	1,21	1,34
Дисперсія, см ²	1,46	1,80
Коефіцієнт варіації, %	5,1	5,5
Найменша істотна різниця, НІР ₀₅ , см	0,4	

► Як бачимо з даних табл. 2, різниця між глибинами оранки становить 0,6 см. Найменша істотна різниця між цими порівнюваними параметрами НІР₀₅ = 0,4 см. З цього випливає, що плуг із текроновими полицями й польовими дошками функціонував нехай і не значно, але на більшій глибині оранки. Водночас, як показали польові випробування, робоча швидкість руху МТА із цим плугом становила 8,1 км/год. В орного агрегата зі сталевими елементами корпусів плуга цей показник був на рівні 7,2 км/год. Цілком зрозуміло, що така перевага у швидкісному режимі роботи МТА з текроновими полицями й польовими дошками орного знаряддя зумовлена його меншим тяговим опором.

Отже, за практично однакової ширини захвату порівнюваних орних агрегатів (1,76 м) основна (тобто чиста) продуктивність їхньої роботи була різною: у модерні-

зованого МТА вона була більшою на 12,6% (1,43 га/год проти 1,27 га/год).

Для подальшого аналізу використовували експериментальні польові тягові характеристики трактора серії ХТЗ-170, отримані на агротехнічному фоні «стерня». Саме на ньому здійснювали той цикл випробувань, результати яких викладено у цій статті. Застосування цих характеристик показало, що за тягового опору плуга 34,5 кН і робочої швидкості руху орного машинно-тракторного агрегата 7,2 км/год витрати пального трактором становлять 30 л/год. Натомість за тягового опору плуга 29,8 кН і швидкості руху 8,1 км/год цей показник дорівнює 29,4 л/год. З цього випливає, що за розрахунковими даними застосування текронових полиць і польових дошок корпусів плуга за 1 год роботи орного машинно-тракторного агрегата дозволяє заощадити 0,6 л дизельного паль-

ного. За річний агротехнічний строк виконання орним агрегатом оранки 200 год (20 днів по 10 год щоденної роботи) застосування модернізованого МТА економія пального становитиме $200 \times 0,6 = 120$ л. За вартості 1 л такого пального на рівні 30 грн вказаний ефект дорівнюватиме 3,6 тис. гривень.

Для оцінювання рівня отриманого результату проведемо такий аналіз. Різниця між продуктивностями основної роботи розглянутих ґрунтообробних агрегатів дорівнює $1,43 - 1,27 = 0,16$ га/год. Практично це означає, що за річний агротехнічний строк оранки 200 год модернізованим орним агрегатом можна обробити ріллі на 32 га більше, ніж серійним МТА. Оскільки за цей час заощаджується 120 л дизельного пального, то сезонне питоме його заощадження від застосування плуга з текроновими полицями й польовими дошками становитиме $120 \text{ л} \div 32 \text{ га} = 3,75 \text{ л/га}$.

Комплект із п'яти текронових полиць і такої самої кількості польових дошок коштує приблизно на 6,75 тис. гривень дорожче, ніж аналогічний набір сталевих деталей корпусів плуга. З урахуванням зазначеного вище ефекту від заощадження витрат пального модернізованим МТА (3,6 тис. грн) текронові елементи орного знаряддя (тобто полиці й польові дошки) можуть повністю окупилися за два орних сезони.

Насамкінець зазначимо, що кожного сільгоспвиробника не може не цікавити проблема довговічності експлуатації текронових елементів плуга. Для з'ясування цього важливого практичного питання слід провести спеціальні випробування. За наявності інвестиційних пропозицій їх кваліфіковано можуть виконати фахівці Таврійського державного агротехнологічного університету.



Фото 4. Налипання ґрунту на сталеві полиці плуга



Фото 5. Стан текронових полиць плуга після його вигублення

volodymyr.ogijchuk@agpmedia.com.ua